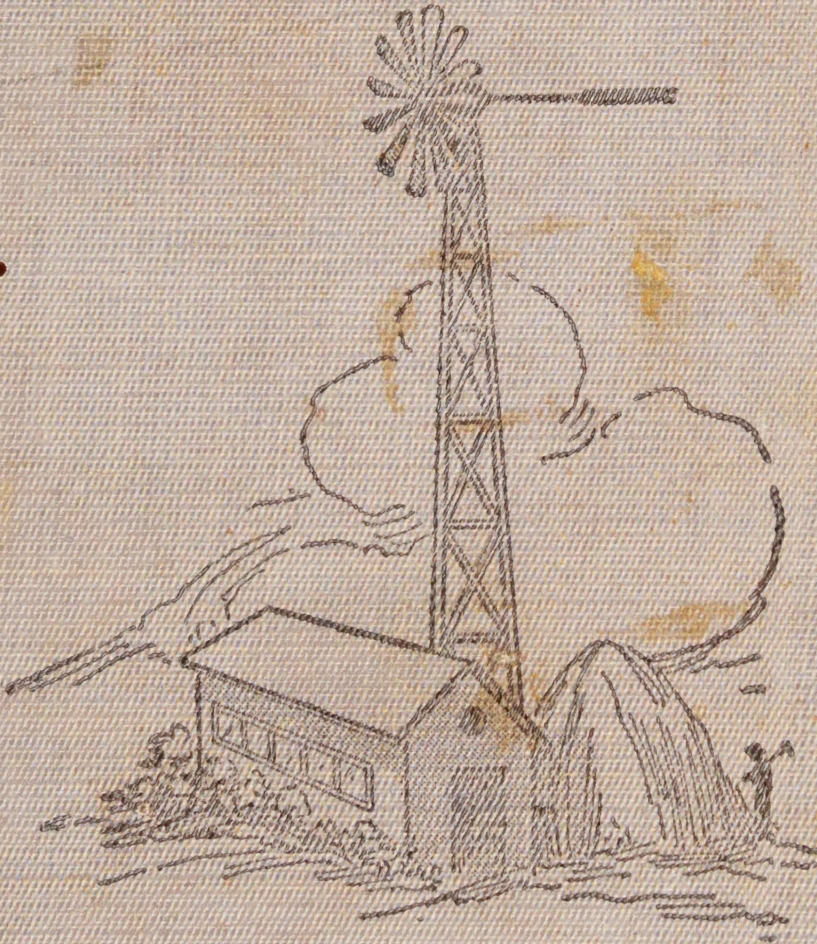
மின்சாரத்தின்

- விந்தை -



பெ. நா. அப்புஸ்வாமி, பி.ஏ., பி.எல்.

மின்சாரத்தின் விந்தை

*

பெ. நா. அப்புஸ்வாமி



சென்னைப் புஸ்தகாலயப் பிரசார சங்கத்தார்
வெளியிட்டது

இந்த ஆசிரியர் இயற்றியது :

அற்புத உலகம்



முதல் பதிப்பு 1940.

விலை ரூ. 7-12-0.

முகவுரை

மின்சார சக்தி ஒரு புது விஷயம். அதன் இயல்பை விளக்குவதற்கு நாம் வழங்கும் கலைச் சொற்களும் புதுச் சொற்களே. எவ்வளவு விரிவாக விளக்க முயன்றாலும், பலவகைக் கருவிகளையும் கொண்டு கண்ணெதிரே பரிசோதனைகளை நடத்திக் காட்டுவதுபோல அவ்வளவு தெளிவாக விளக்க இயலாது. இக்காரணங்களால் மின்சாரத்தின் இயல்புகளை யாவரும் எளிதில் உணரும்படி செய்வது மிகவும் சிரமம் என்று ப்ராக் என்னும் விஞ்ஞான சாஸ்திரி கூறுகிறார். கலைச் சொற்கள் நிரம்பியுள்ள ஆங்கிலமொழியில், மின்சாரக் கருவிகளை மிகுதியாய்க் கையாண்டு பழகிவரும் ஆங்கிலர்க்கு விளக்குவதே இத்தனை சிரமமென்று சிறந்த விஞ்ஞான சாஸ்திரியும் நூலாசிரியருமாகிய ஓர் ஆங்கிலேயர் கூறுவாராயின், தமிழ் மொழியில் தமிழ் மக்களுக்கு விளக்கமாக எழுதுவது எத்தனை சிரமமான காரியமென்பதை ஊகித்துக் கொள்ளலாம். இந்த அரிய காரியத்தை மிகத் திறமையாக ஸ்ரீ பெ. நா. அப்புஸ்வாமி அய்யர் செய்து முடித்திருக்கிறார். இவர் சென்ற இருபத்தைந்து ஆண்டுகளாகத் தமிழில் தமிழ் மக்களுக்கு விஞ்ஞான சாஸ்திர விஷயங்களை எழுதிப் போதித்து வரும் பேருபகாரி. இவர் எழுதிய இந்நூல் பலவகையினுஞ் சிறந்ததென்பதைச் சென்னை ஸர்வகலாசாலையார் இந்த நூலை மதிப்பிட்டு அளித்த பரிசே விளக்குகிறது.

ஆங்கிலம் அறியாது தமிழ் மட்டும் அறிந்துள்ள கிராமவாஸிகளுக்குப் பயன்படும்படி இக்காலத்து

விஞ்ஞான சாஸ்திர விஷயங்களைக் குறித்துப் பரிசு நூல்கள் எழுதப்படவேண்டுமென்று பரிசு நிபந்தனைகளில் ஒன்று வற்புறுத்துகிறது. சென்னைப் புஸ்தகாலயப் பிரசார சங்கம் வயதுவந்த தமிழ்மக்களுக்குக் கல்வியறிவை யூட்டவேண்டும் என்பதையே முக்கிய நோக்கமாகக் கொண்டது. இந்நோக்கத்தை நிறைவேற்றுவதற்கு ஏற்ற கருவியாக இந்நூல் இருக்கிறது. மின்சாரத்தைப்பற்றி நமது நாட்டில் ஒவ்வொருவரும் தெரிந்து கொள்ளவேண்டியது அத்தியாவசியம்: விஞ்ஞான சாஸ்திர விஷயங்களில் ஒன்று என்னும் காரணத்தால் அன்று; நமது வாழ்க்கையிலேயே அது புகுந்துகொண்டது. நகரங்களில் மட்டும் அன்று; கிராம வாழ்க்கையிலும் அது நிரம்பும் நிலையில் இருக்கிறது. அதைப்பற்றி நம்மவர்கள் தெரிந்துகொள்ளாமற் போனால், நாம் அனுபவித்துவரும் சௌகரியங்கள் நம்முடையன ஆகா; நமது உயிருக்கே ஆபத்தாக முடியலாம். இவ்வளவு இன்றியமையாததான விஷயத்தைப்பற்றி நமது தமிழ் மக்கள் நன்கு உணர வேண்டும். இவ் விஷயத்தைப் பற்றிய நூல்கள் தமிழ்நாட்டில் எங்கும் பரவ வேண்டும். இக்காரணத்தாலேயே இந்நூலின் முதற் பதிப்பை வெளியிடும் உரிமையை நமது சங்கம் இந்நூலாசிரியரிடமிருந்து பெற்று இப்போது இதனைப் பிரசுரித்திருக்கிறது.

இந்நூலை வெளியிடுதற்கு இணங்கிய இந்நூலாசிரியருக்கு நமது சங்கம் பெரிதும் கடமைப் பட்டுள்ளது.

சென்னைப் புஸ்தகாலயப் பிரசார சங்கம்.

முன்னுரை

இந்த நூலை அங்கீகரித்துப் பரிசளித்த சென்னை ஸர்வகலாசாலை அதிகாரிகளுக்கும்,

இதை வெளியிடும் பொறுப்பை ஏற்றுக்கொண்ட சென்னைப் புஸ்தகாலயப் பிரசார சங்கத்தாருக்கும்,

இதை எழுதும்போதும் அச்சிடும்போதும் உதவிய என் மகள் ஸ்ரீமதி லக்ஷ்மிக்கும், என் நண்பர்கள் கே. ஸி. வீரராகவ ஐயர், எஸ். வையாபுரிப் பிள்ளை, வே. நாராயணையர், வித்வான் என். கே. ஸ்ரீநிவாஸன், ஏ. டி. கிருஷ்ணமாச்சாரி ஆகியவர்களுக்கும்,

சித்திரங்களை வரைந்த என் தம்பி எம். கிருஷ்ணன் அவர்களுக்கும், டி. வீரராகவன் அவர்களுக்கும்,

தங்களுக்கு உரிமையுள்ள படங்களைச் சேர்த்துக் கொள்ள அனுமதியளித்துப் படங்களையும் உதவிய சென்னை அரசாங்கத்து மின்சார இலாகாத் தலைவருக்கும், பி. ராம ராவ் அவர்களுக்கும், அடேர் டட் கம்பெனியாருக்கும், வெர்னன் கம்பெனியாருக்கும், 'கலைமகள்' பத்திராசிரியருக்கும்,

சித்திரப் பட அச்சுக்களைச் செய்த விச்வா கம்பெனியாருக்கும்,

இந்நூலை அச்சிட்ட பி. என். அச்சுக்கூடத்தாருக்கும்,

என்னுடைய மனமார்ந்த வந்தனங்கள் உரியன.

பெ. நா. அப்புஸ்வாமி

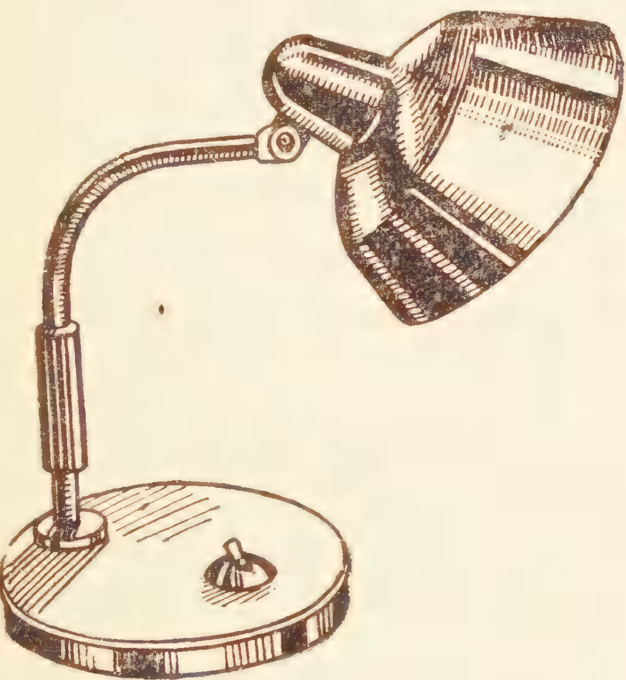
பொருள் அடக்கம்



மின்சாரத்தின் விந்தை

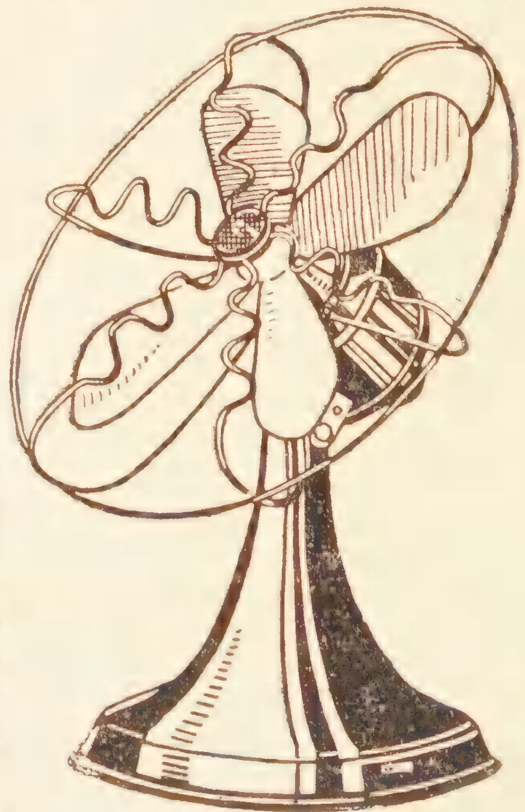
1. மின்சாரமும் நமது வாழ்க்கையும்

நாம் இக்காலத்தில் வாழும் நவநாகரிக வாழ்க்கையின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் மின்சாரம் பின்னிக்கிடக்கிறது. நமது வீடுகளில் அது விளக்கேற்றுகிறது; விசிறி வீசுகிறது; மணி அடிக்கிறது; நீர் இறைக்கிறது; வெந்நீர் போடுகிறது; அறைகளைத் துலக்கிச் சுத்தமாக்கு



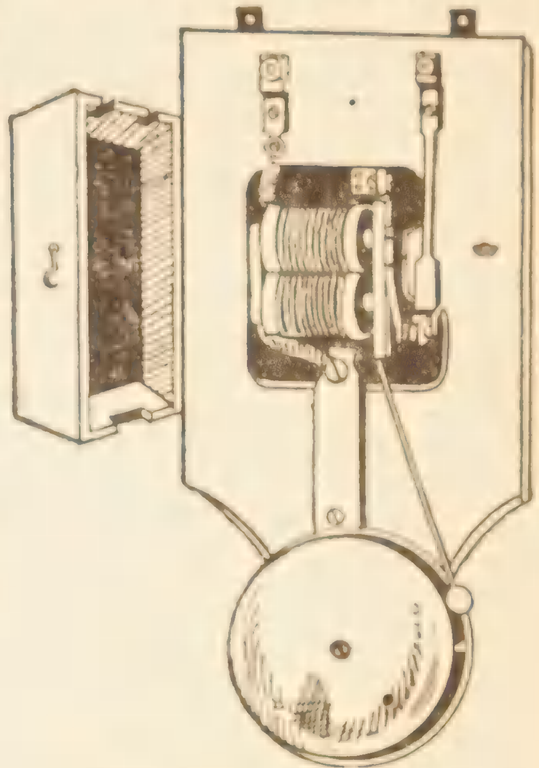
1. விளக்கு

கிறது; துணிகளுக்கு இஸ்திரி போடுகிறது; கிராமபோனையும், தையல் எந்திரத்தையும் சுற்றுகிறது. அது நெல்லைக் குத்துகிறது; தானியங்களையும், மிளகாயையும் அரைக்கிறது; சீயக்காயையும், பாக்கையும் பொடிக்கிறது; காப்பிக் கொட்டையை வறுத்துத் தூளாக்கித் தருகிறது. வேண்டுமானால், காப்



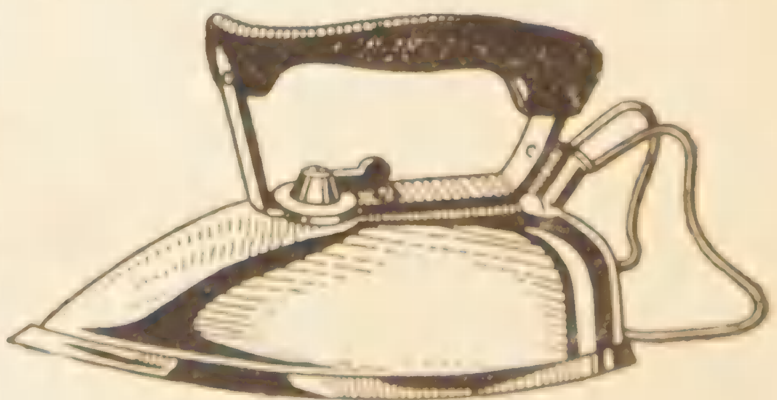
2. விசிறி

பியும் போடுகிறது: ரொட்டி வாட்டுகிறது; சமைக்கிறது. ரேடியோவை ஒலிக்கச் செய்து உலகம் முழுவதிலும் நடக்கும் செய்திகளை நமக்கு உணர்த்துகிறது; நல்ல சங்கீதத்தையும் பிரசங்கங்களையும் எளிதாகக் கேட்கச் செய்கிறது; உற்றார் உறவினரைப்பற்றிய செய்திகளை வெகு துரிதமாக நமக்குத் தெரிவிக்கிறது. அயல் வீட்டாரோடும் அயல் ஊராரோடும்கூட அதன் உதவியால் நாம் வீட்டிலிருந்தபடியே பேச முடிகிறது. வீட்டை விட்டு வெளியே சென்றால் அங்கும் அது செய்கிற உதவிகள் எத்தனை! நம்மைக் கடைக்கோ, ஆபீசுக்கோ, நாடகமேடை முதலிய பொழுதுபோக்கு இடங்களுக்கோ, அயல் ஊர்களுக்கோ ஏற்றிச் செல்கிறது. கீழிருந்து மாடிக்குத் தூக்கிக்கொண்டு போய் விடுகிறது. நோயுற்றபோது நமக்குச் சிகிச்சை செய்கிறது. இவ்வாறு அது செய்துவரும்



3. மின்சார மணி

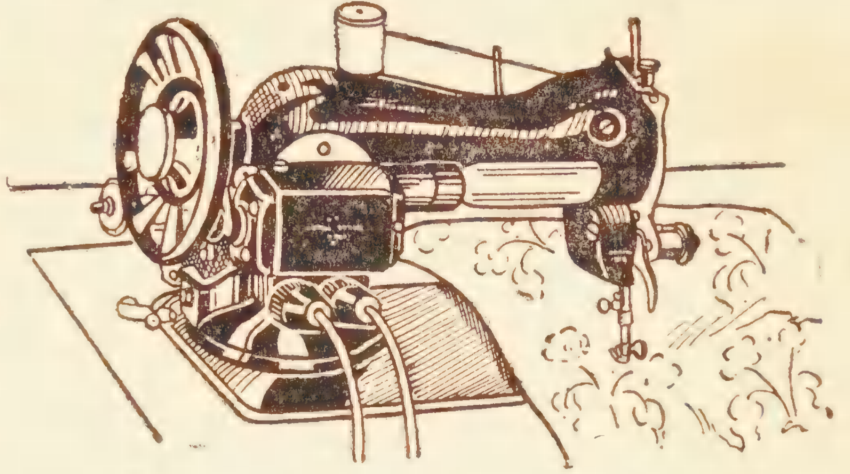
4. சுடவைக்கும் அடுப்பு



5. இஸ்திரிப்பெட்டி

செயல்களுக்குக் கணக்கே இல்லை என்று சொல்லும்படி ஆகிவிட்டது.

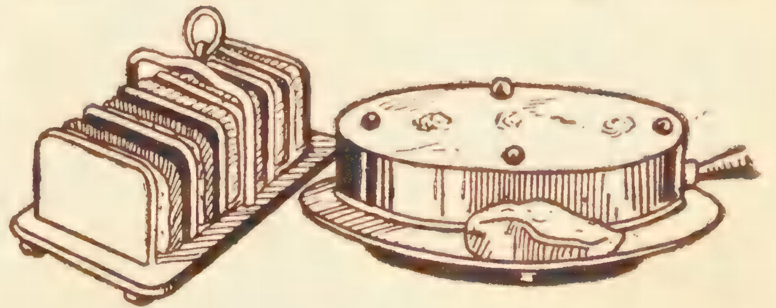
நகர வாழ்விலே இவ்வாறு உதவி செய்யும் மின்சாரம் கிராமவாழ்விலும் மிகவும் உதவி செய்யக் கூடியதாக இருக்கிறது. ஆயினும், நமது நாட்டிலே நாம் அதை இன்னும் அத்தனை யளவாகப் பயன்படுத்திக் கொள்ளவில்லை. மேல் நாடுகளிலோ, அதைக் கொண்டு பற்பல காரியங்களைச் செய்து வருகிறார்கள். உழுதல், பரம்படித்தல், விதை விதைத்தல், விதையை முளைக்கத் தூண்டுதல், பயிரை வளரச் செய்தல், கதிர் அறுத்துச் சூடடித்தல், நிலத்துக்குத் தண்ணீர் பாய்ச்சுதல் முதலிய விவசாய வேலைகளுக்கெல்லாம் மின்சாரம் உதவுகிறது. இவ்வகைக்காரியங்களில் நமது நாட்டில் மின்சாரத்தைச் சிறிது சிறிதாக, மேன் மேலும், பயன்படுத்த முயன்று வருகிறார்கள்.



6. மின்சாரத்தால் ஓடும் தையல் எந்திரம்

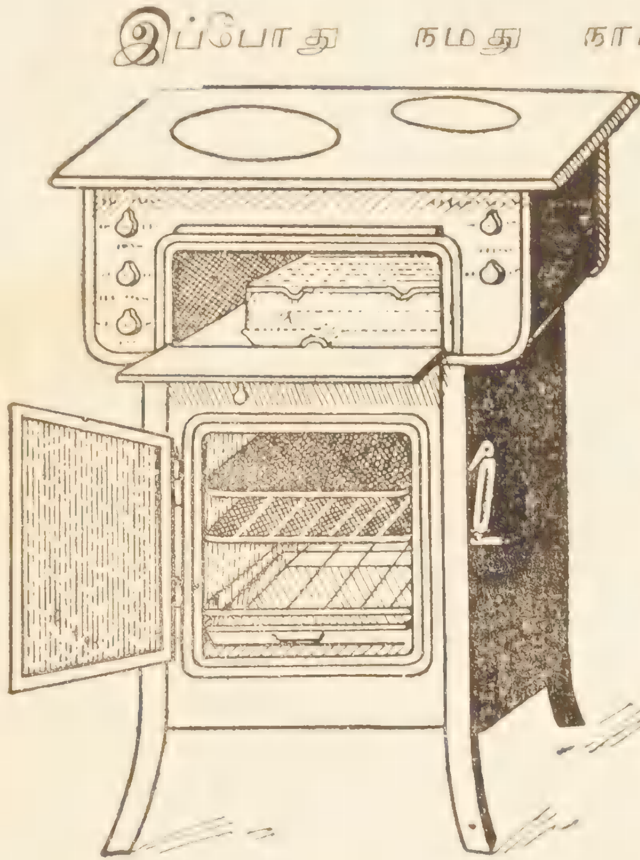


7. கெட்டில் நீரைக் கொதிக்கவைத்தல்

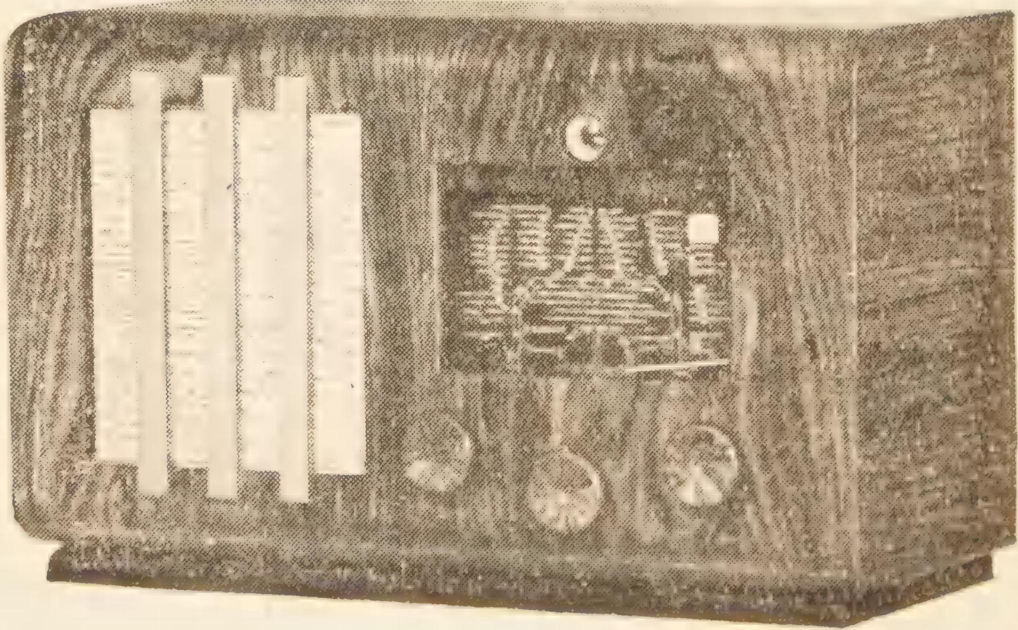


8. ரொட்டியும் பக்ஷணமும்

இப்போது நமது நாட்டிலும் கிராமங்களிலும்

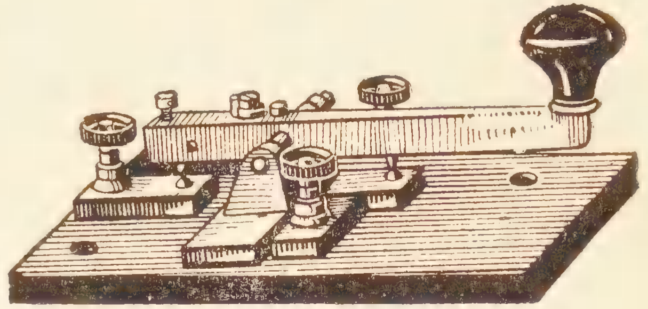

9. சமையல் அடுப்பு

கூட, வீடுகளுக்கும், கடைகளுக்கும், கோழிக்கூடுகள் மாட்டுக்கொட்டில்கள் முதலியவற்றுக்கும், தெருக்களுக்கும், கலியாண வீடுகளுக்கும், திருவிழாக்களுக்கும், வாரச் சந்தைகளுக்கும், அவ்வப்போது கிராமத்துக்கு வரும் சிறு நாடகங்களுக்கும், சினிமாக்களுக்கும், சர்க்கஸ்களுக்கும் விளக்கேற்ற அதை உபயோகிக்கத் தொடங்கிவிட்


10. ரேடியோ

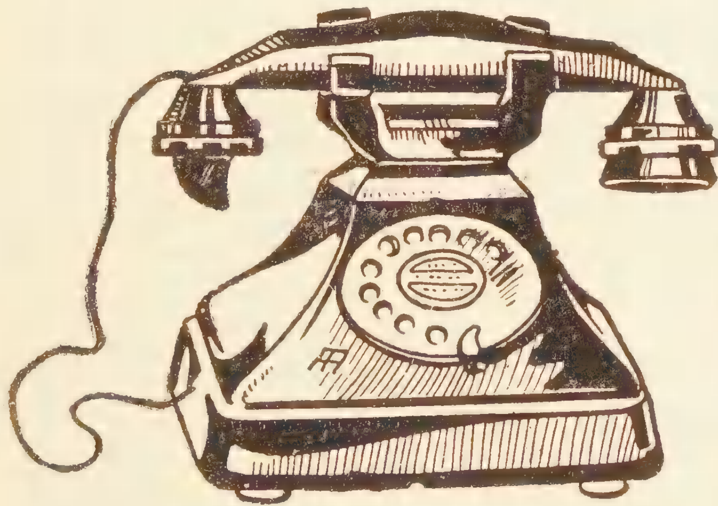
டார்கள். வீடு முதலிய எல்லா இடங்களிலும் விசிறி வீசுதல்; கிணற்றிலிருந்து வீட்டுக்கு நீர் இறைத்தல்;

தோட்டங்களிலும் வயல்களிலுமுள்ள செடி கொடிகளுக்கும், பயிர்களுக்கும், மரங்களுக்கும் நீர் பாய்ச்சுதல்; சூடடித்தல்; நெல் முதலியவற்றைக் குத்தி உமியையும் தவிட்டையும் போக்குதல்; பருத்தியிலிருந்து விதையைப் போக்கிப் பஞ்சு வேறு விதைவேருகப் பிரித்தல்; நிலக்கடலை முதலியவற்றின் மேற்ருேலை அகற்றுதல்; தானிய வகைகளை



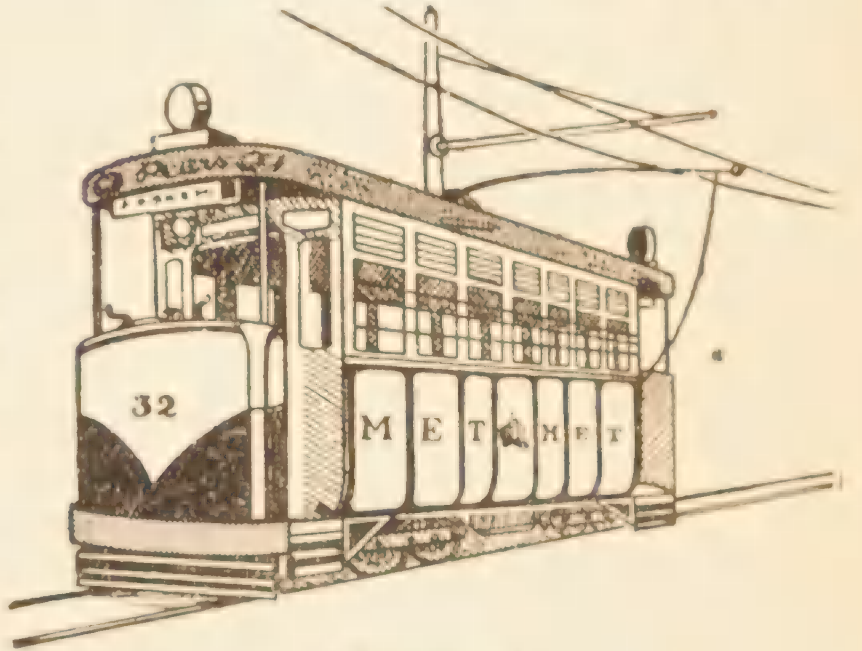
11. தந்திக் கருவி

அரைத்துத் திரித்துப் பொடித்து மாவாக்குதல்; சோளத் தட்டை முதலியவற்றைத் துண்டு துண்டாக நறுக்கிக் கால் நடைகளுக்குத் தகுந்த உணவாகத் தயார் செய்தல்; கரும்பை ஆலையிலிட்டுச் சாறுபிழிதல்; புன்னைக்கொட்டை, ஆமணக்கு முத்து, இலுப்ப முத்து, வேப்ப முத்து, நிலக்கடலை, எள்ளு முதலியவற்றிலிருந்து எண்ணெய் ஆட்டுதல்; மரம் அறுத்தல்; கிராம வாழ்விற்கு ஏற்ற சின்னஞ் சிறு எந்திர சாலையிலுள்ள எந்திரங்களை ஓட்டுதல்—இவை முதலிய பல காரியங்களில் மின்சாரம் மேன்மேலும் பயன்பட்டு வருகிறது. இவ்வாறு பயன்படுவதற்கு வேண்டிய சௌகரியங்களை எல்லாம் அரசாங்கத்தார் செய்து வருகிருர்கள்.



12. டெலிபோன்

இப்பொழுது ஏதாவதொரு காரணத்தால், மின்சாரம் திடீரென்று நின்று விட்டால், நமக்கு எத்தனை செளகர்யங்கள் குறைந்து போகும்! வாழ்க்கையே கஷ்டமாகிவிடும் என்றுகூடத் தோன்றுகிறது. ஆயினும், பதார்த்தத்தில், மின்சாரம் உபயோகத்துக்கு வரத்தொடங்கிச் சுமார் நூற்றைம்பது வருஷங்களே ஆகின்றன. அக்காலத்துக்கு முன்னும் மின்சாரம் இருக்கத்தான் இருந்தது. ஆனால், அதன் இயல்பையும் குணங்களையும் மக்கள் தெரிந்து கொள்ள வில்லை. தம்முடைய குற்றேவல்களையெல்லாம் செய்ய வல்ல பணியாளாக அதை வசமாக்கிக்கொள்ள



13. டிராம்

வில்லை. அப்படிச் செய்யமுடியும் என்பதையே அவர்கள் அறிந்து கொள்ளவில்லை. இப்பொழுதோ, மின்சாரத்தின் தத்துவங்களை ஆராய்வதில் ஈடுபட்ட விஞ்ஞானிகளின் ஊக்கத்தாலும் மதிநுட்பத்தாலும் இதை ஒட்டிய அறிவு மேன்மேலும் பெருகிக்கொண்டே வருகிறது.

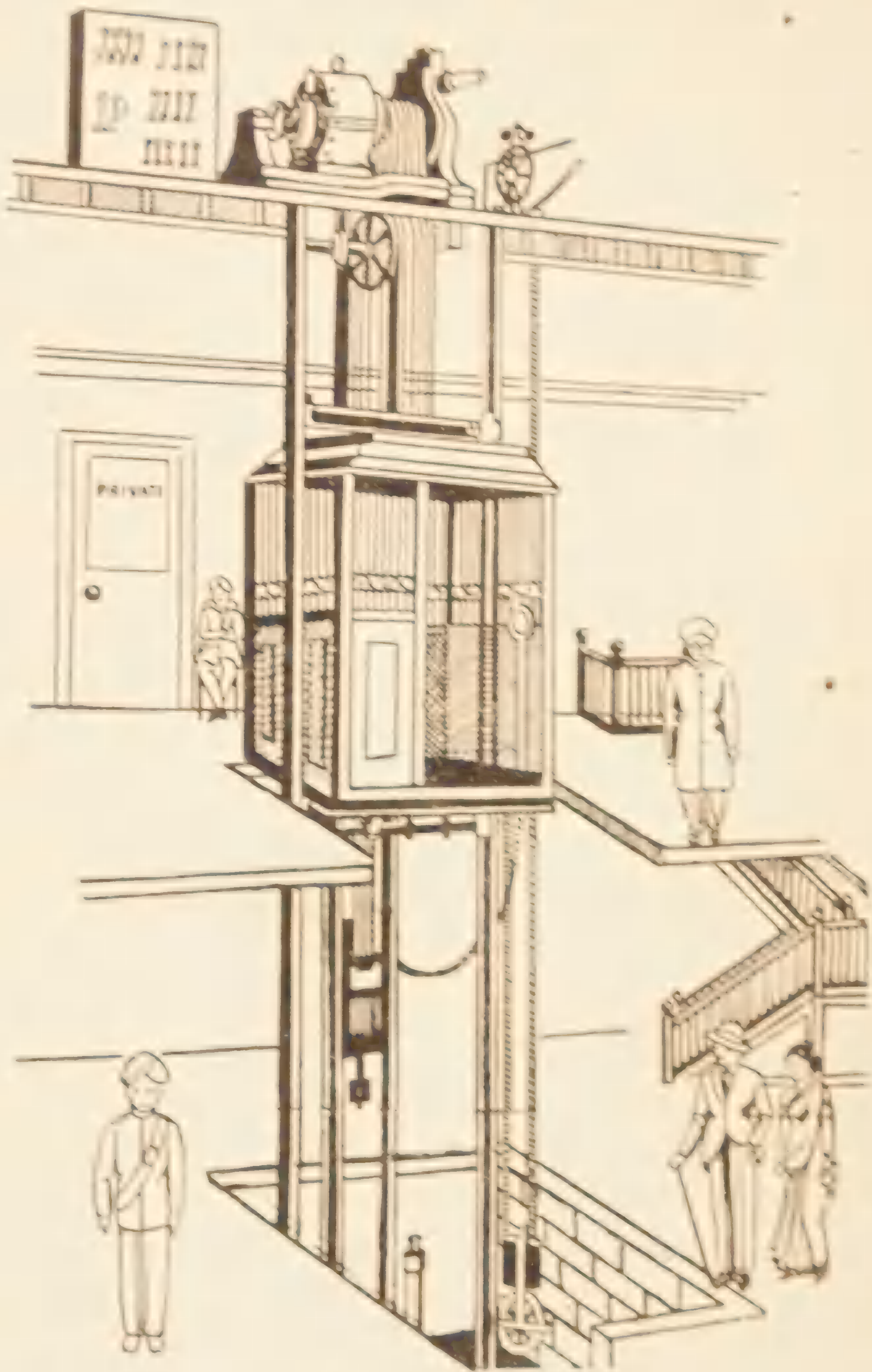
"மின்சாரத்தைப் பற்றிய அறிவு ஏற்பட்டு நூற்றைம்பது வருஷம்தானா ஆகிறது! இத்தனை காலமாக அதைப் பற்றிய அறிவு ஏன் உண்டாகாமல் இருந்தது? இயற்கையில் மின்சாரம் இல்லாமலிருந்ததா? மதிநுட்பமுள்ள

விஞ்ஞானிகள் முன்காலத்தில் இல்லையா? எத்தனையோ பேர்கள் இருந்திருக்கிறார்களே! அவர்கள் இதை ஏன் கண்டு பிடிக்கவில்லை?" என்று கேட்கலாம். ஒலியையும், வெப்பத்தையும், ஒளியையும் போலவே மின்சாரமும் உலகெங்கும் இருக்கத்தான் இருக்கிறது; இருக்கவும் செய்தது. ஆயினும், அது சற்றே மறைவாய் இருந்தது என்று



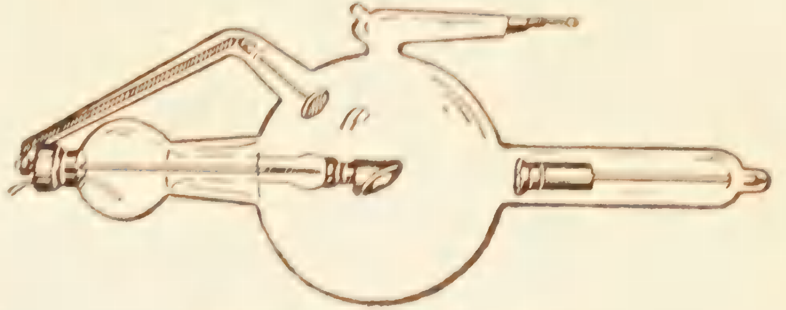
14. மின்சார ரயில்

சொல்லவேண்டும். அப்படி என்றால், அது மின்சாரத்தினுடைய குறையை உணர்த்துவது ஆகாது; நம்முடைய குறையையே உணர்த்துவதாகும். இருட்டிலே மறைந்து கிடக்கும் பொருளும் இருக்கவே இருக்கிறது; ஆனால் நம்முடைய கண்களுக்கு அது தோன்றுவதில்லை; வெளிச்சத்தைக் கொண்டு வந்து தேடிப்பார்த்தால் அது அகப்படும். அதைப்போலவேதான் மின்சார விஷயத்திலும். இயற்கை



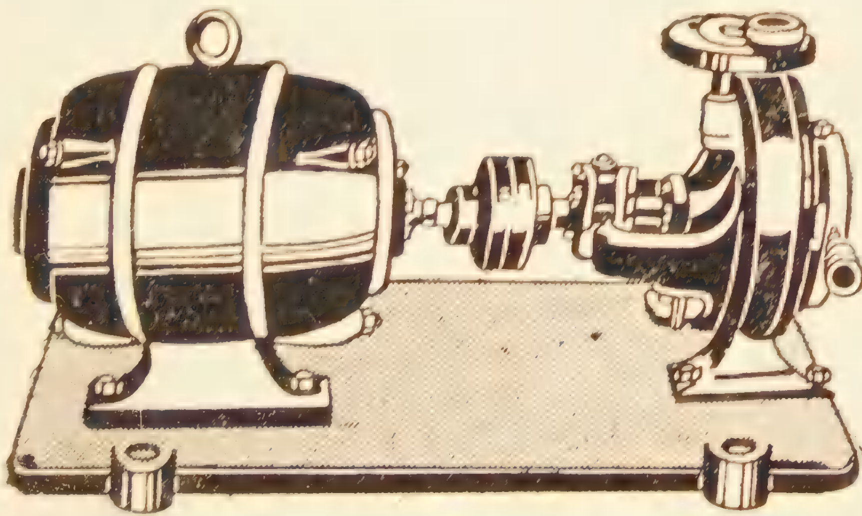
15. லைட் லிப்ட்

நிகழ்ச்சிகளை உணரும் பொருட்டு நமக்குச் சில தனி உறுப்புக்கள் இருக்கின்றன. ஒலியைக் கேட்பதற்கென்று நமக்குக் காதுகள் இருக்கின்றன. ஒளியைப் பார்ப்பதற்கென்று நமக்குக் கண்கள் இருக்கின்றன. வெப்பத்தை நம்முடைய உடல் முழுதும் உணருகிறது. ஆனால், மின்சாரத்தை உணர்வதற்கென்று அமைந்த விசேஷ உறுப்பு ஒன்றும் நமக்கு இல்லை.



16. எக்ஸ்-ரே கருவி

"எத்தனையோ மின்சாரக் கருவிகளை நாம் நித்தியப்படி உபயோகித்து வருகிறோம். ஆயினும், சாதாரணமாக அவை எப்படி வேலை செய்கின்றன என்பதை அறிந்துகொள்வது கஷ்டமாக இருக்கிறது. நாம் உபயோகிக்கும் மற்ற எந்திரங்களிலும் கருவிகளிலும் அவ்வாறில்லை. நம்முடைய கடிகாரம் ஓடுகிறது. திறந்து பார்த்தால் அது எப்படி ஓடுகிறது என்பது தெரிகிறது. அதற்குச் சாவி கொடுக்கிறோம்; ஒரு வில் அமுங்குகிறது; அதனால் கடிகாரம் ஓடுகிறது. இதை நாம் கண்ணால் பார்க்கமுடிகிறது. ஓர் எஞ்சின் ஓடுவதைப் பார்க்



17. மின்சாரப் பம்பு

கிறோம். அதிலே தண்ணீர் கொதிப்பதையும், அத்தண்ணீர் நீராவியாவதையும், அந்நீராவி வேலைசெய்து சக்கரங்களைச் சுழற்றுவதையும் கவனிக்க முடிகிறது. நீரின் உதவியாலும், காற்றின் உதவியாலும் வேலைசெய்யும் பிற எந்திரங்களிலும் இப்படியே. மளமள என்று ஓடும் நீரைப் பார்க்க முடிகிறது: சோ என்று அடிக்கும் காற்றை உணர முடிகிறது: அவை வேலை செய்யும் முறைகளும் நன்றாகக் கண்ணுக்குத் தெரிகின்றன. மின்சாரத்திலோ என்றால், அப்படியில்லை, மின்சாரம் நமது கண்ணுக்குத் தெரிவதில்லை: காதுக்குக் கேட்பதில்லை. சுவரில் உள்ள ஒரு முளையைக் கீழே சாய்க்கிறோம்; இருட்டறை பளிச்சென்று பிரகாசமாகிறது. ஒரு பொத்தானை இலேசாக அழுத்துகிறோம்; ஓசையற்ற இடத்திலே கணீரென்று மணி அடிக்கிறது; அல்லது விசிறி விர்ரென்று சுழன்று காற்றடிக்கிறது. ஓரிடத்திலும் சக்கரம் ஒன்றையும் காணோம். வெறும் கம்பிகளைத் தவிர வேறொன்றும் இருப்பதாகத் தெரிவதில்லை. இந்நிகழ்ச்சிகள் நம்மைத் திகைக்கச் செய்கின்றன. மின்சாரத்தின் தன்மையையும் அது வேலைசெய்யும் முறையையும் நம்முடைய சாமானியப் புலனுறுப்புக்களால் அறிவதற்கில்லை. மின்சார விளைவுகள் வெறும் புலனுறுப்புக்களுக்குச் சாதாரணமாய்



18. ஸ்விச்சு



19. அழுத்தும் ஸ்விச்சு



20. அழுத்தும் ஸ்விச்சு

எட்டாதவை. அவ்விளைவுகளை யொட்டிய அனுபவங்களைத் திரட்டித் தொகுத்துப் பிரித்து; அறிவாலும் ஊகத்தாலும் ஆராய ஆராயத்தான் அவற்றின் நுட்பங்கள் நாளடைவில் வெளியாயின. அதன் தன்மையை ஒருவாறு தெரிந்து கொண்டதும், பிறகு அதைப் பற்றி அறிந்து கொள்வது எளிதாயிற்று. ஓரிடத்தில் களவாடிய கள்ளனைப் பிடித்து விட்டால் அவன் திருடிய திருட்டுக்கள் துலங்குவதுபோல், மின்சாரம் உண்டென்று உணர்ந்ததும் அதைப்பற்றிய அறிவு படபட வென்று பெருகிவிட்டது.

மேலே சொல்லிய ஒலி, வெப்பம், ஒளி ஆகிய இம் மூன்றும் யாவரும் உணரும்படி புறத்தே தோன்றிக் கிடக்க, மின்சாரம் மட்டிலும் மறைவாய்க் கிடப்பது ஏன்? "நஞ்சுடைமை தானறிந்து நாகம் கரந்துறையும், அஞ்சாப் புறங்கிடக்கும் நீர்ப்பாம்பு" என்பது போலவா இதுவும்? இருக்கலாம். கொடிய விஷப்பாம்பு தீண்டினால், மரணம் உண்டாவதற்குச் சிறிது நேரம் பிடிக்கும்; பரிகாரமும் உண்டு. ஆனால், கொடிய மின்சாரம் தீண்டினால், உடனே மரணம்; பரிகாரத்துக்கு இடமே கிடையாது. அத்தனை கொடிய சக்தியுள்ள மின்சாரம் இப்பொழுது மனிதனுக்குக் கீழ்ப்படிந்து குற்றேவல் செய்கிறது. மனிதன் தன்னுடைய அறிவின் திறத்தினாலும், மனத்தின் துணிவினாலும் மின்சாரத்தையும் வசப்படுத்திவிட்டான்.



21. நல்லபாம்பு

2. மின்சாரத்தைப் பற்றிய அறிவின் வளர்ச்சி

உலகத்தின் அற்புதங்களுக்கு எல்லையில்லை. சிறிய மீனினுடைய நுண்ணிய முட்டையினும் நுண்ணியதாகிய ஒரு வித்தானது மிகப் பெரிய ஆலமரமாக முளைத்து உயர்ந்து, கிளைகளை நீட்டிப் பரவி, அரசர்க்கு நிழலாகிறது. இதைக்



22. ஆலமரம்

காட்டிலும் விந்தையானது மின்சாரத்தைப் பற்றிய அறிவு தோன்றி வளர்ந்து பெருகிய வரலாறு. மிகவும் சாமானியமான சிற்சில தோற்றங்களிலிருந்து அது உண்டாயிற்று. முற்காலத்தில் இருந்தொழிந்த ஒரு மரம்; கடலில் துவண்டு புரளும் ஒரு மீன்; மண்ணில் படிந்து கிடக்கும்

ஒரு கல்; தம்பியில் உதறித் துடித்த ஒரு தவளை; வானில் மின்னி மறையும் ஒரு சோதி — இவற்றினின்று பிறந்தவையே மின்சாரத்தையும் காந்தத்தையும் பற்றி நாம் அறிந்தவை யாவும்.



23. மின்னல்

மலைமேலுள்ள சிறிய நீர்ச்சுனையிலே, பாறையின் வெடிப்பிலிருந்து கசியும் நீர்த் திவலையிலே, வானத்திலிருந்து பொழியும் மழையின் நீர்த் துளிகளிலே பிறந்தது அலைபுரண்டோடும் ஆற்று வெள்ளம் என்று சொன்னால் எவ்வளவு உண்மையாக இருக்குமோ, அவ்வளவு உண்மைதான் இதுவும். சிறிய நீர்த் திவலைகள் ஒன்றாகத் திரண்டு, ஆறாக ஓடி வெள்ளமாகப் பெருகுவதுபோல, வறட்சியே அறியாதனவாகிய அறிவுத் திவலைகள் பல்வேறிடங்களில், பல்வேறு காலங்களில், சிறிது சிறிதாகத் தோன்றினும், நாளடைவில் அவை யாவும் ஒன்றாகத் திரண்டு பெருகி, அறிவு வெள்ளமாக இந்நாளில் விரிவடைந்து விட்டன.



24. தவளை

3. இயற்கையும் மின்சாரமும்

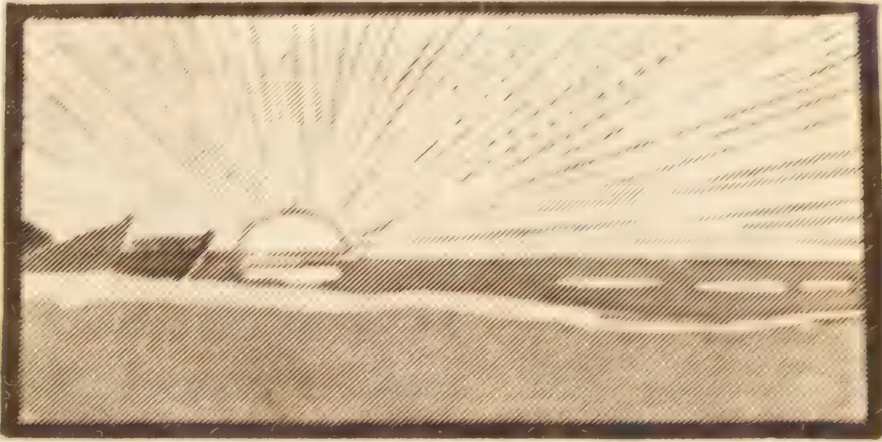
முற்காலத்தில் இருந்தொழிந்த மரம்

மிகப் பழமையான ஒரு காலத்திலே ஒருநாள் பகல்வேளை. வெயில் கடுமையாக அடித்துக் கொண்டிருந்தது. காய்ந்து உலர்ந்த புற்களும் இலைச் சருகுகளும் வெட்ட வெளியின் அங்கங்கே சிதறிக் கிடந்தன. காற்றோட்டமே இல்லை. அந்த வெளியில் திடகாத்திரமுடையதும் உடல்முழுதும் மயிர் செறிந்ததுமான ஓர் உருவம் இருண்ட குகைக்குள்ளிருந்து வெளியே வந்தது. அந்தப் பயங்கர வடிவம்தான் பழங்கால மனிதன். அவன் தன்னுடைய கையிலிருந்ததாயும் மயிர் உதிராததாயுமுள்ள காட்டுத்தோலை உதறி வெயிலில் உலர்த்தினான். அதுதான் அவனுடைய ஆடை. பிறகு அந்தக் குகையினின்று வேறோர் உருவம் வெளியே வந்தது. சிறிய வடிவத்தையும், மயிர்ச் செறிவற்ற உடலையும், குறுகிய நடையையும் உடைய அதுதான் அவனுடைய மனைவி. மேல் முழுதும் மாசும் தூசியும் படிந்த அவளுடைய கழுத்திலே மஞ்சள் நிறமான அழகிய அம்பர் மணிகள் வடமாகத் தொங்கின. அவையும் அழுக்குப் படிந்து மங்கிக் கிடந்தன. அவன் அதைக் கழற்றி, பக்கத்திலே சலசல வென்று ஓடிக்கொண்



25. அம்பர் மரம்

டிருந்த ஓடையின் நீரிலே கழுவி, வெயிலில் உலரவைத்தான். அந்த வடத்தின் அம்பர் மணிகள் வெயிலில் தகதக வென்று பொன்னைப்போல் மின்னின. தன்னுடைய மனைவி விருப்போடு அணியும் அழகிய கழுத்தை இன்னும் அழகுபெறச் செய்து, அவளுடைய அன்பைப் பெற எண்ணினன் அம்மனிதன்; அவளுடைய முகமலர்ச்சியைப் பார்க்க விரும்பினன். ஆதலால், தான் உலர்த்திய கரடித் தோலைக் கொண்டு அந்த அம்பர் மாலையைத் தேய்த்துத் துடைத்துப் பளபளப்பாக்கினன். அதைக் கீழே வைத்தான். வைத்ததும், பக்கத்திலிருந்த புல்லின் சிறுதுண்டுகள்



26. சூரியோதயம்

அதன்மேல் தாவிப் பாய்ந்து அதில் ஒட்டிக்கொண்டன. வடத்தைக் கையிலெடுத்து, துரும்புகளை உதறித் தள்ளிவிட்டு, மறுபடியும் தோலினல் துடைத்துக் கீழே வைத்தான். மறுபடியும் பக்கத்திலுள்ள சருகுகள் அந்த வடத்தின் மணிகள் ஒவ்வொன்றின்மேலும் தாவிக் குதித்து ஒட்டிக் கொண்டன. அதைக் கண்டு அவன் திகைத்துப் போனன். காற்றே அடிக்கவில்லை; சருகு ஒன்றுகூடக் காற்றில் அசையவில்லை. அப்படி இருக்கையில், கீழே கிடந்த

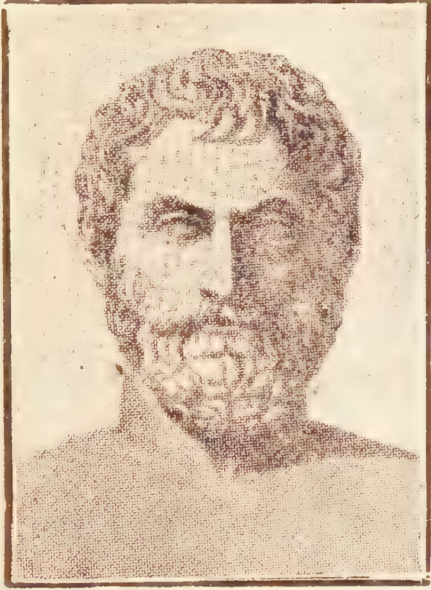
இந்தச் சருகுகள் எப்படித் தாவிக் குதித்தன ? முதன் முத லில் கழுவி உலர்த்தியபோதுள்ள ஈரமான நிலையில் இவை இப்படி ஒட்டிக்கொள்ளவில்லையே ? ஏன் இவ்வாறு நிகழ் கிறது ? இவைகளை ஆலோசித்துப் பார்த்தான். துடைத்த பிறகே, துரும்புகள் தாமாகப் பாய்ந்தோடிவந்து ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன; துடைப்பதற்குமுன் அவை சும்மா இருக்கின்றன. ஆதலால், அவற்றைத் தோலினால் துடைத் ததுதான் அவை ஓடிவந்து ஒட்டிக் கொண்டதற்குக் கார ணம் என்பதைப் பலமுறை துடைத்துப் பார்த்துப்பார்த்து அறிந்துகொண்டான்.



27. பழங்கால மனிதர்

இது அவனுக்கு ஒரு வேடிக்கையாகத் தோன்றிற்று. இந்தப் புது வேடிக்கையைத் தன்னுடைய மனைவிக்குக் காட் டினான். பிறகு இருவருமாகத் தம்முடைய தோழர் தோழிக ளுக்குக் காட்டினார்கள். அவர் களும் பிறருக்குக் காட்டினார் கள். இப்படி இந்தவேடிக்கை இடம் இடமாகத் தலைமுறை தலைமுறையாக வெகு காலம் செய்யப்பட்டு வந்தது. வெயிலில் ஈரமின்றிக் காய்ந்த அம்பர் மணியை வெயிலில் காய்ந்த கரடித் தோலாலேனும், ஆட்டுத் தோலாலேனும் தேய்த்தால், அந்த அம்பருக்கு ஓர் ஆச்சரியமான சக்தி உண்டாகிறது என்னும் உண்மை இவ்வாறு தற்செயலாய் அறியப்பட்டது. அநாதிகாலமாக இது ஒரு விளையாட்டு விஷயமாய் இருந்து வந்தது.

கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு ஆறு நூற்றாண்டுகளுக்கு முன் ஆசியாமைனரின் மேற்கோரத்திலே உள்ள மைலீட்டஸ் நகரத்திலே தேலீஸ் என்ற ஒருவர் இருந்தார். அவர் சிறந்த அறிவாளி. கிரேக்க நாட்டு மகா நிபுணர்கள் எழுவருள் ஒருவராக அவரை உலகம் மதித்து வருகிறது. அம்பரின் தன்மையை அவர்தாம் முதன்முதலில் கண்டு பிடித்தார் என்று சில விஞ்ஞானிகள் சொல்லுகிறார்கள். ஆனால், அவர் காலத்துக்கு முன்பே, மேலே சொல்லிய படி அம்பரின் குணம் தெரியவந்திருக்க வேண்டுமென்று வேறு சில விஞ்ஞானிகள் அபிப்பிராயப் படுகிறார்கள்.



28. தேலீஸ்

அம்பர் எனப்படும் இந்தப் பொருள் என்ன என்று நினைக்கிறீர்கள்? மிகமிகப் பழைய காலத்திலே செழித்து வளர்ந்ததாயும், இப்பொழுது ஒரு பூண்டு கூட இல்லாமல் முற்றிலும் அற்றுப்போனதாயும் உள்ள ஒரு பால்மரத்தினின்று பாலாக வடிந்த ஒருவகைப் பிசின் காற்றில் உலர்ந்து காய்ந்து இறுகிப் பல்லாயிர வருஷ காலமாய்ப் பல வகையான அழுத்தங்களுக்கு உள்ளாகி, மேன்மேலும் இறுகி இறுகிக் கடைசியில் கல்லாகவே மாறிவிட்டது. இவ்வாறு கல்லாகிய பிசின் தான் அம்பர்.

வெகு காலமாக, அம்பருக்குமட்டிலும் இத்தகைய சக்தி இருக்கிறது என்று நம்பி வந்தார்கள். பதினாறும்

நூற்றாண்டிலே எலிஸபெத் அரசிக்கு வைத்தியராயிருந்த கில்பெர்ட் என்பவர் இந் நம்பிக்கையோடு நிற்கவில்லை. இந்த விஷயத்தைச் சோதனை செய்து பார்க்கவேண்டுமென்று அவருக்குத் தோன்றிற்று. பற்பல பொருள்களை ஒன்றோடொன்று தேய்த்துப் பார்த்தார். தேய்ப்புற்ற போது எத்தனையோ பொருள்களில் கவர்ச்சிப் பண்பு தோன்றுகிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்தார். கவர்ச்சிப் பண்புக்கு முக்கிய காரணம் தேய்த்தல் என்றாயிற்று. அம்பரின் தனிப் பெருமை குறைந்தது; ஆனால் அறிவு வளர்ந்தது.



29. கில்பெர்ட்

கடலில் துவண்டு புரளும் மீன்

விவசாயம் குறைவாக நடந்துவந்த ஒரு பழங்காலத்திலே மனித இனத்தார் பெரும்பாலும் ஊன் உணவையே புசித்து வந்தார்கள். மிருகவேட்டையும் மீன் வேட்டையும் அந்தக் காலத்திலே மிகவும் முக்கியமான, அவசியமான, செயல்களாயிருந்தன. காட்டோரங்களில் வாழ்ந்தவர்கள் மிருகவேட்டையிலும், கடலோரங்களில் வாழ்ந்தவர்கள்

மீன் வேட்டையிலும் ஈடுபட்டிருந்தார்கள். மீன் வேட்டையாடுபவர்கள் சிறு மீன்களைத் தூண்டில்களால் பிடிப்பார்கள். பெரிய மீன்களை அவற்றைக்கொண்டு பிடிக்க முடியாதல்லவா? ஆகையால் பெரிய மீன்களைப் பிடிக்க முயலுபவர்கள் இரும்பினால் செய்த ஈட்டிகளைக் கையில் எடுத்துக் கொண்டு கடலுள் இறங்குவார்கள். இடுப்பளவு நீரிற் போய் நின்றுகொண்டு 'ஓடுமீனோட உறுமீன் வருமளவும்' காத்திருக்கும் கொக்குகளைப் போலக் காத்துக்கொண்டிருப்பார்கள். கைக்கெட்டிய தூரத்தில் பெரிய மீன் ஏதாவதொன்று வரும். வந்ததும் தங்களுடைய ஈட்டிகளால் அதைப் பளிச்சென்று குத்திப் பிடிப்பார்கள்.



30. மீன் வேட்டையாடுதல்

இப்படி நடந்துவந்த ஒரு காலத்திலே, மத்தியதரைக் கடலோரத்திலே, குடிசைகளில் வாழ்ந்துவந்த பலர் கடலில் மீன் பிடிக்கப் போனார்கள். ஈட்டியும் கையுமாகச் சிலர் கடலுள் சிறிது தூரம் சென்றார்கள். இடுப்பளவு ஆழத்தில் இறங்கி நின்று காத்துக்கொண்டிருந்தார்கள். ஒருவனுடைய ஈட்டி பளிச்சென்று மின்னிற்று. எய்த ஈட்டி குறி தப்பாமல் மீனின்மேல் அழுந்தப் பாய்ந்ததைக் கண்டு, அவன் "ஆ" என்று ஆரவாரித்தான். எறியுண்ட நோவினால் மீன் உளைந்து துடித்தது. மீன் தன் வாலினால் அவனுடைய

காலைத் தடவிற்று. சுறீரென்றது வலி. அவன் "ஓ" வென்று அலறினான்; வலி பொறுக்க முடியவில்லை என்று துடித்தான். அவனுடைய நண்பர்கள் அவனைப் பார்த்துச் சிரித்தார்கள். மீனும் ஈட்டியோடு கடலுள் மறைந்துவிட்டது.

பக்கத்திலுள்ளவர்கள் அவனைப் பரிகாசஞ் செய்தார்கள். "மீனைக் குத்தினேன்; அது என்மீது மோதியபோது என் உடல் முழுவதிலும் ஏதோ சுறுக்கென்றது; வலி தாங்க முடியவில்லை; இப்பொழுது கூடக் கை சரியாகவில்லை" என்று அவன் சொன்னதை அவர்கள் நம்பவில்லை. சிறிது நேரம் கழித்து மற்றொருவனுக்கும் இதே கதியாயிற்று. மற்றொரு நாள் வேட்டையாடியபோதும் இப்படியே சிலருக்கு நேர்ந்தது. ஒரு சமயம் ஒருவன் ஈட்டியால் மீனைக் குத்தினான். சுறுக்கென்று வலித்தது. தன்னையறியாமலே தன்னுடைய கையை வெடுக்கென்று வாங்கினான். ஈட்டியால் எறியுண்ட மீனும் இழுப்புண்டு கரையில் வந்து விழுந்தது. அந்த மீனைப் பார்த்தவர்கள் ஆச்சரியப்பட்டார்கள். அது புதுவகை மீன்—அகன்ற உடல்; சுருங்கிய வால். நிலத்தில் துடித்துக்கொண்டிருந்த அதைத் தொட்டுப்பார்த்த ஒவ்வொருவனும், சுறுக்கென்ற வலி உண்டாக, கையை உதறினான். தன்னைத் தொடுபவர்களை உணர்வறச் செய்யும் சக்தி அதற்கு இருக்கிறது என்பது தெரியவந்தது. தனக்கு வேண்டிய உணவின்பொருட்டு



31. டார்ப்பிடோ மீன்

அது சிறு மீன்களைத் தாக்கி, உணர்வற்றுப் போகச்செய்து அவற்றை உண்கிறது என்பதும், தன்னைத் தாக்கமுயலும் எதிரிகளையும் இவ்வாறு அது தாக்கித் தப்பி ஓடிப்போக முயலுகிறது என்பதும் வரவரத் தெரியவந்தன.

இந்த மீனுக்கு டார்ப்பிடோ மீன் என்று பெயர். இது கத்திமீன் இனத்தைச் சேர்ந்தது. மத்தியதரைக் கடலிலும், அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்திலும், இதைக் காணலாம். விலாங்கு மீனுக்கு இருப்பதுபோலவே இந்த மீனுக்கும் இயற்கையாக மின்சார சக்தி இருக்கிறது. நமக்கில்லாத சக்தி ஓர் அற்பமீனுக்கு அமைந்திருப்பது ஒரு விந்தை அல்லவா?

மண்ணில் படிந்துகிடக்கும் கல்

கதையொன்று நெடுங்காலமாக வழங்கி வருகிறது. மத்தியதரைக் கடலின் கிழக்குப் பிரதேசத்திலே கப்பல் ஒன்று ஓடிக்கொண்டிருந்தது. வானமும் கடலும் மிகவும் ரம்மியமாயிருந்தன. கப்பலில் எல்லாரும் ஆடிப் பாடிக் களித்துக்கொண்டிருந்தார்கள். அப்பொழுது எங்கிருந்தோ காற்றுக் கிளம்பி, புயற்காற்றாகி, வெகு வேகமாக அடித்துக் கப்பலை வழியைவிட்டு விலக்கி, எங்கேயோ தள்ளிக்கொண்டு போய்விட்டது. கப்பலில் உள்ளோர்க்குத் தாம் இருக்கும் இடம் எது என்பது தெரியவில்லை. ஒரு மட்டுக்குக் காற்று நின்றுவிட்டது. ஆயினும், காற்று நின்ற பிறகுங்கூடக் கப்பல் ஓடுவதைக் கண்டு மாலுமிகள் திகைத்தார்கள். சிறிது நேரத்தில் திகைப்பானது பயமாக மாறியது. கரையும் கரைப்புறத்திலேயுள்ள மலையும் மாலுமிகளுக்குத் தெரிந்தன. கரையைக் கண்டு பயப்படுவானேன்? கரையில் இறங்கினால்

நல்லதுதான். ஆனால் அதன் புறத்திலேயுள்ள பாறையில் கப்பலோடிப்போய் மோதினாலோ? கரையை நோக்கிக் கப்பல் தானாகவே ஓடிக்கொண்டிருந்தது. அதன் ஓட்டத்தை நிறுத்த முடியவில்லை. ஓடிய கப்பல், அவர்கள் பயந்தபடியே கரைப்புறத்திலுள்ள பாறைகளிற் போய் மோதிற்று. மோதியதும், அதிலுள்ள ஆணிகள் எல்லாம் தாமாகவே கழன்று போய்த் தட்டாரப்பூச்சிகள் காற்றில் பறப்பதுபோல், பறந்து கரையோரத்திலுள்ள மலையிற் போய்ப் படிந்தன. ஆணிகள் பறப்பதைக் கண்ட மாலுமிகள் மென்மேலும் திகைப்படைந்தார்கள். திகைப்புத் தீருமுன் அபாயம் வந்துவிட்டது. ஆணிகள் கழன்றுபோனதால் கப்பலின் பலகைகள் யாவும் வெவ்வேறாகப் பிரிந்து விலகிப் போயின. ஆகலால் கப்பலில் உள்ளவர்கள் யாவரும் கடலிலே விழுந்துவிட்டார்கள். பலகைகளைப் பிடித்துக்கொண்டு சிலர் கரையேறினார்கள். அந்த மலை காந்தமலை; மக்னீஸியாவிலே உள்ளது என்று பின்பு தெரிந்து கொண்டார்களாம்.



32. காந்தக் கல்

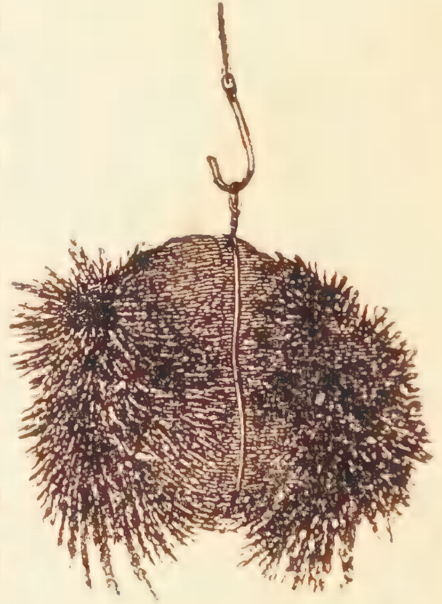
இந்தக் கதை ஒரு முழுக் கற்பனை. இதில் உண்மை கலக்கவே இல்லை என்று சொல்லலாம்.

ஆயினும் மக்னீஸியா என்னும் பிரதேசத்திலே ஒருவகைக் கல் இருக்கிறது; அந்தக் கல்லுக்கு இரும்பைக் கவரும் சக்தி உண்டு. இதுவே இந்தக் கற்பனைக் கதைக்கு ஆதாரம்.

ஆசியாக் கண்டத்தின் வடமேற்கோரத்திலே, ஆசியா மைனர் என்னும் நாட்டிலே, லிடியா என்னும் மாகாணத்

திலே உள்ள ஒரு நகரம்தான் இந்த மக்னீஸியா என்று சிலர் சொல்லுகிறார்கள். ஐரோப்பாக் கண்டத்தின் தென் கிழக்குக் கோடியிலே, மகா அலெக்ஸாந்தர் பிறந்த நாடாகிய மாஸிடோனியா என்னும் நாட்டிற்குத் தெற்கே உள்ள தெஸ்ஸலி என்னும் நாட்டிலுள்ளது இந்த மக்னீஸியா என்று வேறு சிலர் சொல்லுகிறார்கள்.

அந்தக் கல் எங்கே முதலில் அகப்பட்டால் என்ன? அதற்கு அற்புதமான குணங்கள் உண்டு என்பது ஜனங் களுக்கு வெகுகாலமாகத் தெரியும். நம்முடைய நாட்டில் அதைக் காந்தக் கல் என்று சொல்லுகிறோம். இரும் பைக் கவரும் திறமை அதற்கு உண்டு. பழங்காலத்திலே அந்தக் கல்லைப்பற்றி உறுதியாகத் தெரிந்தது மிகக் குறைவு. ஆயினும் அதைப்பற்றி நாளடைவில் எத்தனையோ செய்திகளைக் கற்பித்து விட்டார்கள். அதற்கு மந்திர சக்தி உண்டு என்றார்கள். கணவனுக்கும் மனைவிக்கும் ஏற்படும் மனவேற்றுமை களை அந்தக் கல் தீர்த்துவைக்கும் என்றார்கள். சில கற்கள் சாந்தகுணம் பொருந்தியவை; அவை மன அமைதியை உண்டாக்கும் என்றார்கள். வைர மும், உள்ளிப் பூண்டும் அக் கற்களின் சக்தியைக் கெடுக் கும் என்றும், ஆட்டு ரத்தம் அவற்றின் சக்தியை அதிக ரிக்கச் செய்யும் என்றும் சொன்னார்கள். இவற்றை எல் லாம் ப்ளினி தம்முடைய நூலில் குறிப்பிடுகிறார்.



33. காந்தக் கல் இரும்புத் தூளைக் கவர்தல்



34. அரசியின் சிலை

அந்தக் கல்லின் குணத்தைப்பற்றிக் கேள்வியுற்ற தெஸ்ஸலி நாட்டு அரசன் ஒருவனுக்கு மிகவும் விசித்திரமான யோசனை ஒன்று தோன்றிற்று. அவன் தன்னுடைய மனைவியின்மேல் அளவிலா ஆசைகொண்டு அவளைத் தெய்வப்பெண்ணாகப் பாவித்துப் பாராட்டி வந்தான். அவளைப் போல் இரும்பினால் சிலை ஒன்று செய்வித்தான். ஓர் அறையின் தரையையும் மேற் கூரையையும் காந்தக் கல்லினால் அமைத்து, தன் மனைவியின் இரும்புச் சிலையை அந்த அறையில் கொண்டு நிறுத்தினால், அந்தச் சிலை தரையினும் படியாது; கூரையினும் ஒட்டாது; வானில் தெய்வப் பெண்கள் உலவுவதைப்போல் அதுவும் அந்தரத்தில் நிற்கும் என்று அவன் நினைத்தான். காந்தக் கல் இரும்பை இழுப்பதற்கு ஏதுவாகிய கவர்ச்சியானது கயிற்றைக் கட்டி இழுக்கும் கவர்ச்சியைப் போன்றது; சிலையின் தலையில் ஒரு கயிற்றைக் கட்டிக் கூரையிலிருந்து தொங்கவிட்டு, அதன் காலில் வேறொரு கயிற்றைக் கட்டித் தரையில் இழுத்துக் கட்டினால் சிலை அசையாதிருக்கும்; அப்பொழுது சிலை மேலும் போகாது; கீழும் வராது; அல்லவா? அதைப்போலவே, சிலைக்கு மேலும் கீழும் உள்ள காந்தக் கவர்ச்சியானது வலியதாய் ஒரே அளவுள்ளதாய் இருக்கும்படி அமைத்தால், சிலையானது அந்தரத்தில் நிற்கும் என்பது அவனுடைய ஆலோசனை. ஆனால், அவன் அந்தப்படி செய்ய முயன்றபோது, அது சாத்தியமில்லை என்பதைத் தன் அனுபவத்தால் தெரிந்துகொண்டான்.

இக்கதைகளுக்குக் காரணமான அந்தக் கல்லுக்கு மெய்யாகவே வேறொரு குணமும் இருக்கிறது. நூல் ஒன்றிலே அந்தக்கல்லைக் கட்டித்தொங்கவிட்டால் அக்கல்

லின் ஒரு புறம் எப்பொழுதும் வடக்கு நோக்கித் திரும்பி நிற்கும்; அந்தப் புறத்திற்கு எதிர்ப்புறம் எப்பொழுதும் தெற்கு நோக்கித் திரும்பி நிற்கும். அந்தக் கல்லை எந்தப் புறமாகத் திருப்பி வைத்துத் தொங்கவிட்டாலும், அது மெல்லத் திரும்பி, முன் வடபுறத்தைப் பார்த்திருந்த பக்கம் வடபுறமாகவும், முன் தென்புறத்தைப் பார்த் திருந்த பக்கம் தென்புறமாகவும் இருக்கும்படி வந்து நிற் கும். அந்தக் கல்லை மரக்கட்டை ஒன்றின்மேல் வைத்துத் தண்ணீரில் மிதக்கவிட்டால், அப்பொழுது, தான் ஏறிய கட்டையையும் தண்ணீரில் திரும்பும்படி செய்துகொண்டு, முன்போலவே, அது தென்வடலாய் வந்து நிற்கும்.

அந்தக் காந்தக் கல்லைப்பற்றிச் சைனு தேசத்தாருக்கு வெகுகாலமாகத் தெரியும். மூவாயிரம் வருஷங்களுக்கு முன்னே அவர்கள் அவ்வகைக் கல்லின் குணத்தை அறிந் திருந்தார்களாம். 'கிறிஸ்து பிறப்பதற்கு இரண்டாயிரத்து அறுநூறு வருஷங்களுக்கு முன்னே சைனுவிலே ஒரு வகைத் திசையறி கருவியை உபயோகித்து வந்ததாகவும், தென்திசைத் தேர் என்று அதற்குப் பெயரிட்டிருந்த தாகவும் தெரிகிறது' என்று சில விஞ்ஞானிகள் சொல்லு கிறார்கள். 'சைனு தேசத்தாரிடமிருந்து அராபியர்கள் அதைப்பற்றித் தெரிந்துகொண்டார்கள்; அராபியர்களிட மிருந்து கிரேக்கர் கற்றுக்கொண்டார்கள்' என்கிறார்கள் சிலர். இதைச் சிலர் மறுக்கிறார்கள். ஆயினும் அது பக்கப் பழங்காலங்களில் கப்பல் யாத்திரை செய்வதற்கு அதிக மாகப் பயன்பட்டு வந்ததாகத் தெரியவில்லை. பிற்காலத்தில் தான் கப்பலை ஓட்டுவதற்குத் துணையான திசையறி கருவி யாக அதை உபயோகித்தார்கள்.

இரும்புக் கம்பியில் உதறித் துடித்த தவளை

இட்டலி நாட்டிலுள்ள பொலோனு நகரத்திலே லூஜி கால்வானி என்ற ஒருவர் இருந்தார். அவர் வைத்திய சாஸ்திர நிபுணர். தம்முடைய நகரத்திலே உடற்கூற்று நூலைப்பற்றிப் போதித்தும், அதைப்பற்றிய ஆராய்ச்சிகளை நடத்தியும் வந்தார்.

ஒரு சமயம் நரம்புகளைத் தூண்டினால் என்ன ஆகும் என்பதைப்பற்றி அவர் ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தார். அவருடைய சோதனைச் சாலையிலே ஓரிடத்திலே தவளையின் உடலைக் கீறிப் போட்டிருந்தது. அதன் பக்கத்திலே மின்சார எந்திரம் ஒன்று சுழன்று, மின்சாரத்தை உண்டாக்கிக் கொண்டிருந்தது. கால்வானியினுடைய சீடர் ஒருவர் தம்முடைய கையிலிருந்த கத்தியின் முனையினால் கீறிக் கிடந்த தவளையின் நரம்பு ஒன்றைத் தொட்டார். தொடவே, செத்துக் கிடந்த தவளையின் கால்கள் வெடுக்கென்று உதைத்துக் கொண்டன. இதைக் கண்ட கால்வானி இதற்குக் காரணம் என்ன என்



35. கால்வானி

பதைப் பற்றிச் சிந்தித்தார். பக்கத்திலே மின்சார எந்திரம் வேலைசெய்து கொண்டிருந்தபடியால் மின்சாரத்துக்கும் தவளையின் கால் துடிப்புக்கும் ஏதோ ஒரு சம்பந்தம் இருக்கவேண்டும் என்று அவருக்குத் தோன்றிற்று. மேற்கொண்டு இதை ஆராய எண்ணினார். மின்னலாலும் இவ்வகை நிகழ்ச்சி உண்டாகலாம் என்று அவருக்குத் தோன்றிற்று. மின்னலும் இடியுமாக இருந்த ஒருநாள் அவர் தவளையொன்றைக் கீறி, அதன் முதுகிலே பித்தளைக் கொக்கியை மாட்டி அதை வீட்டுக்கு வெளியேயுள்ள இரும்புச்சட்டம் ஒன்றிலே தொங்கவிடப் போனார். பித்தளைக் கொக்கி இரும்புச் சட்டத்தில் பட்டதும் தவளையின் கால்கள் துடித்தன.



36. தவளையின் கால் துடித்தல்

இந்தச் சம்பவத்தைக் கண்டதும், அவர் இதற்கு வேறொரு காரணத்தைக் கற்பித்தார். பிராணிகளின் மூளையிலே மின்சாரம் உற்பத்தியாகிறதென்றும், மூளையிலிருந்து நரம்புகளின் வழியாக உடலெங்கும் அது ஓடிவருகிறதென்றும், தடித்த தசைகளில் அது செறிந்து தங்குகிறதென்றும் அவர் முடிவு செய்தார்.

இட்டலி நாட்டிலே பாவியா நகரத்திலே வாழ்ந்து வந்த வோல்ட்டா என்னும் நிபுணர் ஒருவர் கால்வானி

செய்துபார்த்த சோதனைகளைத் தாமும் நிகழ்த்திப்பார்த் தார். ஆனால் கால்வானி கொண்ட முடிவுகளை அவர் ஒப்புக் கொள்ளவில்லை. தவளையின் கால் துடித்ததற்குக் காரணம் மின்சாரமே யாயினும், தவளை யின் உடலில் மின்சாரம் இருப்பதினால் அதன் கால்கள் துடிக்கவில்லை; தவளையின் உட லில் மின்சாரம் இல்லை; தவளை யினுடைய உடலின் ஈரத்திலே செம்பு இரும்பு ஆகிய இரண்டு உலோகங்கள் ஒன்றுகப் படு வதுதான் தவ ளைக் கால்கள் இவ்வாறு துடிப்பதற்குக் காரணம் என்றும் அவர் எடுத்துச் சொன்னார்.


37. வோல்ட்டா


38. வோல்ட்டா அடுக்கு

இரண்டு கக்ஷிகள் ஏற்பட்டன. இரண் டுக்கும் வாக்குவாதம் நடந்தது. பற்பல சோதனைகளை நிகழ்த்திக் காட்டியதன் பிறகு வோல்ட்டாவின் கொள்கையே சரி யானது என்று ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது. அவர் செய்த சோதனை ஒன்றில் செப்பு வில்லைகளையும் துத்தநாக வில்லைகளையும் மாற்றி மாற்றிவைத்து அடுக்குக்களாக அடுக்கினர். அப்படி அமைந்த ஒவ்வொரு அடுக்கிலும் உள்ள செப்பு வில்லைக்கும் துத்தநாக வில்லைக்கும் இடையிலே நீராளமான கந்தகத்

திராவகம் என்று வழங்கப்படும் ஸல்ப்யூரிக் அமிலத்தில் நனைத்த துணித்துண்டு ஒன்றை வைத்து அடுக்கிக்கொண்டே போனார். அந்த அடுக்கின் அமைப்பு வருமாறு: செப்புவில்லை, திராவகத்தில் நனைத்த துணி, துத்தநாகவில்லை; மறுபடியும் ஒரு செப்புவில்லை, நனைத்த துணி, துத்தநாகவில்லை; மீண்டும் செம்பு, துணி, துத்தநாகம் என்று இப்படிப் பல அடுக்குகள் அடுக்கி, ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக வைத்தார். அந்த அடுக்கின் ஒரு கோடியில் செப்புவில்லை ஒன்றும், மறு கோடியில் துத்தநாக வில்லை ஒன்றுமாக அமைந்திருந்தன. ஒரு கோடியிலுள்ள செப்புவில்லையில் ஒரு கம்பியையும் மறு கோடியிலுள்ள துத்தநாக வில்லையில் ஒரு கம்பியையும் பொருத்தினார். பொருத்திய இரண்டு கம்பிகளின் முனைகளையும் ஒன்றாகப் பிணைத்தார். பிணைத்த பிறகு, அக் கம்பி முனைகளை அவர் இலேசாகப் பிரித்தார். பிரித்ததும் அவ்விரண்டு கம்பி முனைகளின் இடையே மின்சாரப் பொறி தெறித்தது. ஆதலால் மின்சாரத்துக்குக் காரணம் தவளை அன்று என்பதும், பிணைத்த உலோக அடுக்குகள்தாம் அதற்குக் காரணம் என்பதும் முடிவாயின. இம்மாதிரியாக, முதன் முதலிலே, வோல்ட்டாவினால் அடுக்கப்பட்ட அடுக்குக்கு வோல்ட்டா அடுக்கு என்று பெயர்.

வானிலே மின்னி மறையும் சோதி

பகல் முழுதும் வெயில் மிகவும் உக்கிரமாகக் காய்ந்து ஜனங்கள் வாடி வதங்கி இருக்கும் நாளிலே, மாலை வேளையில் திடீரென்று ஒரு காற்று எடுக்கிறது. எங்கிருந்தோ மேகங்கள் ஓடிவந்து கவிந்து, அக்கினிக் கோளம்போல் சொலிக்கும் சூரியனை மறைக்கின்றன. பூமியிலே மந்தாரம்

படிகிறது. ஜனங்கள் ஆவலோடு மேகத்தைப் பார்க்கிறார்கள். ஆகாயத்திலே திரண்டு கூடிய கரிய மேகங்களின் இடையே பளிச்சென்று ஒரு சோதி தோன்றிப் பாம்பு போல் வெகு வேகமாய் நெளிந்து ஓடுகிறது. அந்தக் கணத்திலே அதன் காந்தி கண்ணைப் பறிக்கிறது. கண்ணை மூடுகிறோம். திறப்பதற்குமுன் மீண்டும் மந்தாரம் எங்கும் நிறைந்து விடுகிறது. கண்ணைத் திறந்ததும் ஆகாயமும் பூமியும் கிடுகிடுக்கும்படியாகப் பேரொலி கேட்கிறது. சிற்சில வேளைகளில் ஆகாயத்தில் மின்னல் தோன்றி மறைந்தவுடன் பூமியிலே பேரோசை கேட்பதையும், நமது பக்கத்திலுள்ள பெரிய மரம் ஒன்று சடசடவென்று ஒடிந்து சாய்வதையும், அதன் இலையும், கிளையும் கரிந்து போவதையும் பார்க்கலாம். சிற்சில வேளைகளில் மின்னலின் சோதி மறையுமுன்னே ஆடு மாடுகள் உயிரற்று விழுவதும் மனிதர் பொசுங்கிச் சாவதும் உண்டு.

இவ்வாறான நிகழ்ச்சிகள் வெகுகாலமாக நடந்துவந்திருக்கின்றன. மின்னலின் அழகைக் கண்டு கவிஞர்கள் ஆனந்தம் அடைந்தபோதிலும், பெண்ணுக்கும், பெண் தெய்வமாகிய இலக்குமிக்கும், மலையினின்று பாறையிற் குதிக்கும் நீர்வீழ்ச்சியின் அழகுக்கும் அதை ஒப்பிட்டு மகிழ்ந்து வந்தபோதிலும், பொதுமக்களுக்கு அதைக்கண்டு பெரும்பாலும் அச்சமே உண்டாயிற்று. மின்னலோடுகூட உண்டாகும் பேரொலியைக் கேட்டு ஜனங்கள் பயந்தார்கள். 'அது பூமியில் விழும்; இடித்து ஆட்களைத் தாக்கும்' என்றார்கள். ஆகையால் அதற்கு இடி என்று பெயரிட்டார்கள். படையையும் கலங்கச் செய்யும் பாம்புங்கூட அதைக் கேட்டதும் நடுங்கிப் பதைபதைக்கும் என்றார்கள்.

மின்னல் என்பது என்ன? இடி என்பது என்ன? மின்னலுக்கும் இடிக்கும் தொடர்பு உண்டா? இவற்றை முற்காலத்து ஜனங்கள் தெரிந்து கொள்ளவில்லை. தெரிந்து கொள்ளுவது அவ்வளவு எளிதான காரியம் அன்று தான். திரும்பத் திரும்ப நமது கண்ணெதிரிலேயும் கையண்டையிலேயும் நிகழும் நிகழ்ச்சிகளின் தத்துவங்களைச் சீராகத் தெரிந்து கொள்ளுவது கடினமா யிருக்கும்பொழுது, எதிர்பாராத இடத்தில், எட்டாத தூரத்தில், நினையாத வேளையில், இமைப்பொழுதில் தோன்றி மறைவதாயும் ஒலியும் ஒளியும் கலந்ததாயுமுள்ள அந்த அற்புத நிகழ்ச்சியை ஆராய்வது எப்படி?

ஆகலால் இதன் தன்மை வெகுகாலமாக ஆராயப் படாமல் இருந்தது. பிற்காலத்திலேதான் இதைச் செவ்வனே ஆராயமுடிந்தது.

முற்காலத்திலே கரிய மேகத்திலே தோன்றும் மின்னலைப் பற்றிப் பலவிதமான கற்பனைகளைக் கற்பித்திருந்தார்கள். கிரேக்க நாட்டிலே மேக மண்டலத்திற்கப்பால் வாழும் ஸியுஸ் என்னும் தேவாதிதேவன் பூலோகத்திலே மனிதர்கள் செய்யும் பாவங்களையும் தீமைகளையும் கண்டு கோபமடைந்து வீசி எறியும் ஆயுதங்களே அவை என்று எண்ணி வந்தார்கள். நம்முடைய நாட்டிலேயும் மேகங்கள் வருணனுடைய வாகனங்கள் என்றும், இந்திரனுடைய வாகனங்கள் என்றும், அவர்கள் வீசி எறியும் ஆயுதங்கள் தாம் மின்னல்கள் என்றும் சொல்லி வந்தார்கள். அமெரிக்காவிலே வாழும் சிவப்பு இந்தியர்கள் மேகங்கள் ஒருவகையான பக்ஷிகள் என்று நம்பி வந்தார்கள். வெட்டாந்தரையின் மேலே எருமைமாடு ஓடும்பொழுது அதன் காலின் குளம்பு

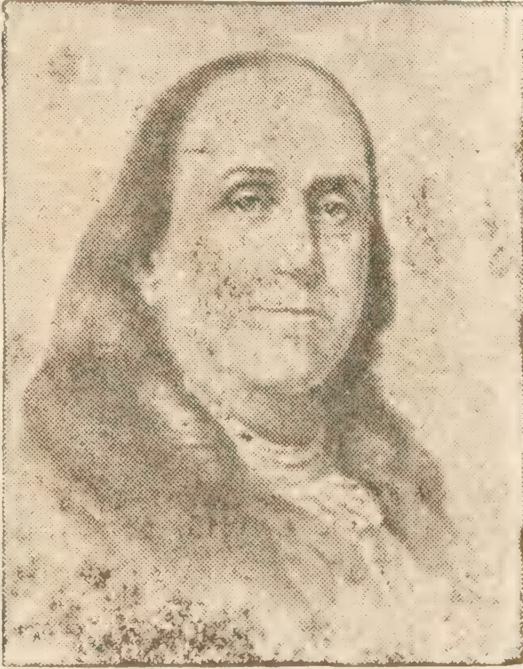
கள் பட்ட கற்களிலிருந்து தெறிக்கும் தீச்சுடர்களே மின்னல்கள் என்றும், மேகப்பக்ஷியானது தன் சிறகுகளை அடித்துப் பறக்கும்பொழுது உண்டாகும் ஓசையே இடி என்றும் அவர்கள் நம்பி வந்தார்கள். நம்முடைய நாட்டிலும் இடி இடிக்கும்பொழுது, மேகங்களுக்கு அரசனை இந்திரனுடைய பிள்ளையாகக் கருதப்படும் அருச்சுனனுடைய பத்துப் பெயர்களையும் சொன்னால் இடி பூமியில் விழாதென்று கூடச் சிலர் நம்பிவந்தார்கள். பிற நாடுகளிலேயும், பழங் காலங்களில், இந்த மாதிரியான அபிப்பிராயங்கள் பல வழங்கி வந்தன.

ஆராய்ச்சிகள் நிகழ்த்தி, விஞ்ஞான முறையில் விஷயங்களைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ளத் தொடங்கிய பிறகும்கூட மின்னலைப்பற்றி அதிகம் தெரிந்துகொள்ளப்படவில்லை. எட்டாத தூரத்தில் வானவெளியில் மிதக்கும் மேகங்களிடையே நிகழும் நிகழ்ச்சிகளின் தன்மைகளைப் பற்றிப் பூமியிற் காலை ஊன்றிவாழும் மனிதர் நேரில் தெரிந்து கொள்ளுவது சிரமம் தானே? பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் தொடக்கத்திலே மின்னலைப்பற்றி ஒரு விசித்திரமான கொள்கையை விஞ்ஞானிகள் கொண்டிருந்தார்கள். 'மேகத்திலே ஏதோ ஒருவிதமான காற்றுக் கசிகிறது; அந்தக் காற்றுச் சிற்சில வேளைகளில் மிகவும் துரிதமாக எரிகிறது; அப்படி அக்காற்று எரிவதுதான் நமக்கு மின்னல் என்னும் சோதியாகத் தோன்றுகிறது.' என்று அவர்கள் கருதினார்கள்.

இக்கொள்கை தப்பு என்று பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளினுக்குத் தோன்றிற்று. அவர் அமெரிக்காவிலே மஸ்ஸச்சுஸெட்ஸ் மாகாணத்திலே பாஸ்ட்டன் நகரத்திலே பிறந்த

வர். ஸோப் செய்து பிழைத்து வந்த ஒருவனுடைய மகன். சிறு வயதிலே ஓர் அச்சுயந்திரசாலையிலே வேலை கற்றுக் கொள்ள அமர்ந்தபோதிலும், அவருக்கு விஞ்ஞான விஷயங்களைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமென்ற ஆவல் இருந்தது. அதனால் அவ்விஷயங்களை அவர் ஆராய்ந்து வந்தார்.

பாஸ்ட்டன் நகரத்தில் அவர் இருந்தபோது அங்கே **1746**-ஆம் வருஷத்தில் நடந்த மின்சாரச் சோதனைகள் சில வற்றைப் பார்த்தார். அவற்றிலே அவருக்கு ருசி உண்டாயிற்று. வேண்டிய கருவிகளை வாங்கித் தாமே சோதனைகளைச் செய்து பார்க்கத் தொடங்கினார். தம்மிடத்தில் இருந்த மின்சார எந்திரத்தினின்று நீளமான மின்சாரப் பொறிகளை உண்டாக்கினார். அப்பொறிகள் பல அம்சங்களில் மின்னலை ஒத்திருந்தன என்பதைக் கண்டார். மின்னல் என்பது மிக மிகப் பெரிய மின்சாரப் பொறியாக இருக்கலாம் என்று அவருக்குத் தோன்றிற்று. ஆராயத் தொடங்கினார்.



39. பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளின்

ஆராய ஆராய, அவ்விரண்டும் ஒரே தன்மையானவை தாம் என்ற ஊகம் உறுதியாகிக்கொண்டு வந்தது. 'மின்சாரப் பொறி நேராய்ப் பாய்வதில்லை; அது நெளிந்து நெளிந்து ஓடும்; மின்னலும் அப்படித்தான். கூரிய முனையையுடைய பொருள்கள் மின்சாரத்தை இழுக்கின்றன; அதா

வது, மின்சாரம் கூரிய முனைகளில் பாய்கிறது. அதைப் போலவே மின்னலும் மலைச்சிகரங்களையும், மரங்களின் நுனிகளையும், கோபுரங்களின் உச்சிகளையும், கப்பல்களின் பாய்மரங்களையும், எந்திரசாலையின் புகைப் போக்கிகளையும் தாக்குகிறது. தன் சக்தியை எளிதில் கடத்தும் பொருள் எது என்று தேர்ந்தெடுக்கிறது மின்சாரம். மின்னலும் அப்படியே. மின்னல் ஜீவப்பிராணிகளைக் கொல்கிறது. போதிய சக்தி இருக்குமானால், மின்சாரமும் அவ்வாறே கொல்ல வல்லதாகும். மின்சாரப் பொறி சுடரும்போது சட சட வென்று ஓசைப்படுவதுபோல், மின்னல் தோன்றும்போதும் ஓசை உண்டாகிறது; அந்த ஓசைதான் இடி என்று ப்ராங்க்ளின் விளக்கினார்.

அநேக விஞ்ஞானிகள் ப்ராங்க்ளின் சொன்னதை ஒப்புக்கொண்டார்கள். ஆனால் அவருக்கு மட்டிலும் முற்றிலும் திருப்தி ஏற்படவில்லை. கொள்கை சரியாக இருக்கலாம்; ஆயினும் தகுந்த ருசு இல்லையானால் எப்படி அதை ஒப்புக்கொள்ளுகிறது என்று எண்ணினார். ஆதலின் அதை நிரூபிப்பதற்கு வேண்டிய ருசுவைத் தேட ஆரம்பித்தார்.

'மேகங்களிலே மின்சாரம் ஏறியிருக்கவேண்டும். இல்லாவிட்டால் அவை எப்படிச் சுடர முடியும்? கூரிய முனைகளுக்கு மின்சாரத்தைக் கீழே இறக்கும் திறமை உண்டு. ஆனால் மேகங்களிலுள்ள மின்சாரத்தை எப்படி இறக்குவது? மேக மண்டலம்வரை அளாவி, மேகங்களை எட்டக்கூடியவாறு மிகவும் உயர்ந்த கோபுரம் ஒன்றைக் கட்டினால், அதன் சிகரத்திலே கூரியமுனைகளை வைத்து, அவற்றின்வழியே மேகங்களிலுள்ள மின்சாரத்தைக் கீழே இறக்கமுடியும்.' என்று நினைத்தார். அத்தனை உயரமுள்ள

கோபுரம் கட்டுவதற்குப் பணம் வேண்டுமல்லவா? அதைத் திரட்டுவதற்காக அவரும் அவருடைய நண்பர்களும் ஊரெங்கும் சென்று பிரசங்கம் செய்துவந்தார்கள்.

ப்ராங்க்ளின் இப்படிச் செய்து கொண்டிருந்த பொழுது, பிரெஞ்சு நாட்டினர் இருவர் முனையுள்ள நீண்ட கம்பங்களைக்கொண்டு, இடியும் மழையுமாக இருந்த ஒரு சமயத்தில், மின்சாரத்தை இறக்கினார்கள். இதிலிருந்து மின்சாரமும் மின்னலும் ஒன்றுதான் என்று சொல்லக் கூடுமாயினும், ப்ராங்க்ளின் இதையும் ஒப்புக்கொள்ள வில்லை. 'அந்தக் கம்பங்கள் நூறடி உயரம்கூட இல்லை; ஆதலால் அவை மேகமண்டலத்தை எட்ட முடியா; ஆகை யால், கம்பங்கள் மூலமாய்க் கிடைத்த மின்சாரம் மேக மண்டலத்திலிருந்துதான் வந்தது என்று உறுதியாகச் சொல்லமுடியாது; வேறு எங்கிருந்தாவது வந்திருக்கலா மல்லவா?' என்று ஆக்ஷேபித்தார்.

ஆனால் ஒன்று தெரிந்துகொண்டார். மேக மண் டலம் வரை கோட்டையோ கோபுரமோ கட்டவேண் டியதில்லை: அத்தனை சிரமப்படாமல் எளிதாய் மின் சாரத்தை இறக்குவதற்கு வேறு வழியைத் தேடமுடியும் என்பது தெரியவந்தது. காற்றாடியைப் பறக்கவிட்டு, அதன் வழியாக மேக மண்டலத்திலுள்ள மின்சாரத்தைப் பூமிக்குக் கொண்டுவருவது நல்ல வழி என்று முடிவு செய்தார்.

பட்டுத் துணியால் காற்றாடி ஒன்றைச் செய்தார். அதிலே முள்முனையுள்ள இரும்புக் கம்பி ஒன்றை வைத் துப் பொருத்தினார். அந்தக் காற்றாடியிலே சணல் கயிற் றைக் கட்டி, மேகம் கவிந்து இடித்து மின்னிய நாள் ஒன்றில்,

அதை உயரப் பறக்கவிட்டார். அந்தச் சணற்கயிற்றின் மறுமுனையின் ஓரத்திலே இரும்புச் சாவி ஒன்றைக் கோத்தார். சணற் கயிற்றின் வழி இறங்கிவரும் மின்சாரம் தமது உடலின் வழியாகப் பாய்ந்து, பூமியில் ஒழுகிவிடா திருக்கும் பொருட்டுப் பட்டு நாடா ஒன்றைக் கட்டி

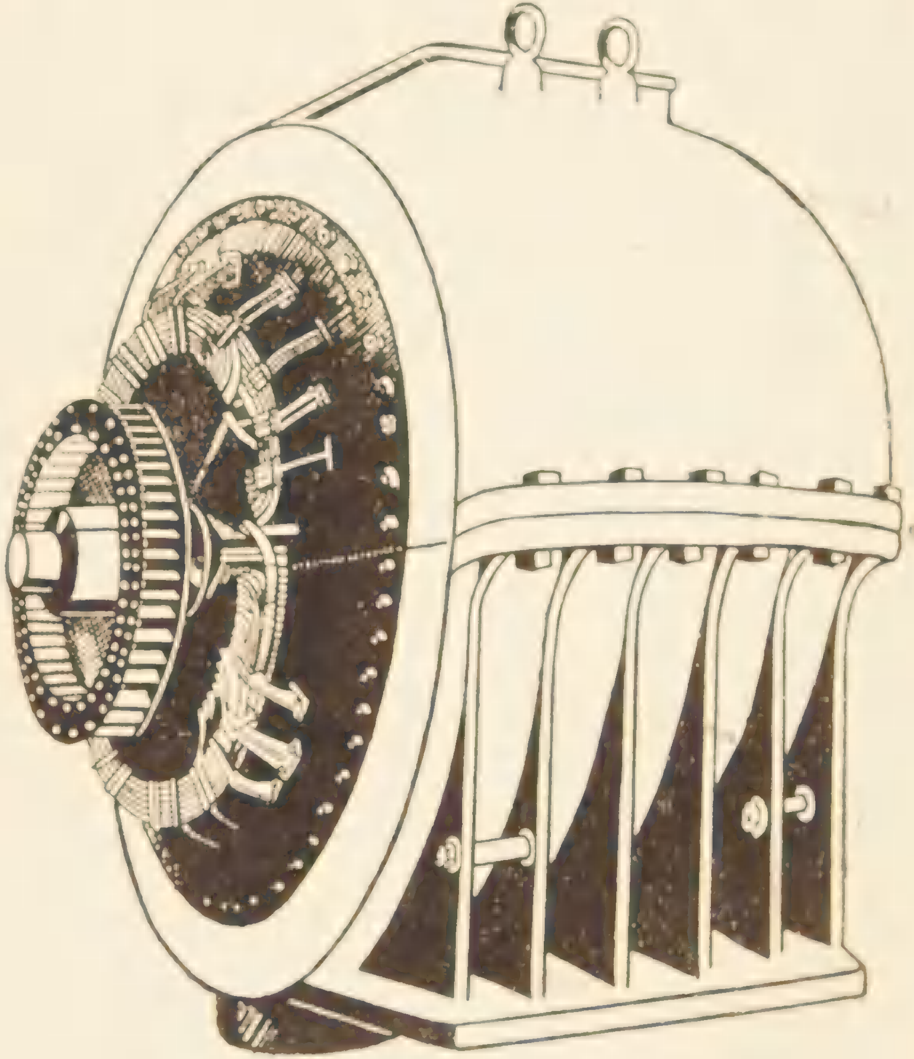


40. பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளின் காற்றாடி விடுதல்

அதைப்பிடித்துக்கொண்டார். ஏன் என்றால், பட்டின் வழி மின்சாரம் எளிதில் செல் லாது. உயரப் பறக்கும் காற் றாடிப் புறமாக ஒரு மேகம் வந்தது; வந்ததும், காற்றாடி யின் வால் விறைத்தது. சணற் கயிற்றிலுள்ள மயிர்கள் இலே சாகச் சிலிர்த்தன. சிறிய மழைத் தூற்றல் சணற் கயிற்றை நனைத்தது. தமது கையிற் பிடித்திருந்த பட்டு நாடா நனையாமலிருக்கும் பொருட்டு, அவர் குடிசைப்புற மாக ஒதுங்கினார். ஒரு கையால் காற்றாடியின் நாடாவைப் பிடித்துக்கொண்டு மறு கையை இரும்புச் சாவிப் புறமாகக் கொண்டு போனார். கையானது சாவியண்டை போனதும், அதிலிருந்து சுறுக்கென்று தெறித்தது ஒரு சுடர். ஆகவே மேகத்தில் மின்சாரம் இருக்கிறது என்பதற்கு ருசுக் கிடைத்தது. மின்னலும் மின்சாரச் சுடரும் தன்மையில் ஒன்றுதான் என்பது நிரூபிக்கப்பட்டது.

*　　　*　　　*

மேலே சொல்லிய ஐந்து நிகழ்ச்சிகளினின்றும் பிறந்து வளர்ந்த அறிவே மின்சார விஞ்ஞானமாகும். இவ்வைந்து நிகழ்ச்சிகளின் மெய்த்தத்துவங்களையும் அவற்றின் ஒன்றுக்கொன்று உள்ள தொடர்புகளையும்பற்றி வெவ்



41. எதிர் மின்சார டைனமோ

வேறு காலங்களில் சிறிது சிறிதாக மனிதர்கள் அறிந்து கொண்டார்கள். இக்காலத்தில் அந்த அறிவு மிகவும் விரிவடைந்து உலகத்துக்கு எத்தனையோ நற்பயன்களை அளித்து வருகிறது.

4. மின்சாரத்துக்குப் பெயரிடல்

இயற்கையில் மின்சாரம் எங்கும் மலிந்து கிடந்த போதிலும், சிற்சில வேளைகளில் அது நமக்குக் காட்சியும் அளித்துவந்த போதிலும், அதன் தன்மைகளை முற்காலத்தில் ஒருவரும் உணர்ந்துகொள்ளவில்லை. மின்சாரம் என ஒன்று இருக்கிறது என்பதையே அவர்கள் அறிந்து கொள்ளவில்லை.

அம்பரைத் தேய்த்து விளையாடிய விளையாட்டு வெகு காலம் வரை விளையாட்டாகவே இருந்தது. பதினாறும் நூற்றாண்டில், இங்கிலாந்தில், கில்பெர்ட் செய்த சோதனைகளால், அம்பருக்கு மட்டுமன்றி ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் இந்தக் கவர்ச்சிப்பண்பு இருக்கிறதென்பது தெரிய வந்தது. ஆயினும் முதலில் அம்பர் மூலமாகத் தெரியவந்த இந்தப் பண்புக்கு அம்பரின் பெயரைக்கொண்டே கில்பெர்ட் பெயரிட்டார். அப்பரைக் கிரேக்க மொழியில் எலெக்ட்ரான் என்று சொல்லுவார்கள். அதனால் அதிலே தோன்றும் சக்திக்கு அவர் எலெக்ட்ரிசிட்டி என்றுபெயரிட்டார்.

ஆனால் தமிழர்களாகிய நாம் அதன் தன்மையை அவருக்கு வெகு காலத்துக்குப் பிறகுதான் தெரிந்துகொண்டோம். நாம் அதை அறிந்துகொண்ட காலத்தில் மின்னலும் அம்பரில் தோன்றும் அற்புதப் பண்பும் ஒன்றுதான் என்பது தெளிவாய்விட்டது. ஆதலால் அதை மின்சாரம் என்ற பெயரால் வழங்குவது பொருத்தமாயிற்று. அந்தப் பெயரும் சென்ற நூற்றாண்டின் இறுதியிலே நமது நாட்டில் தோன்றி நிலைத்துவிட்டது. ஆயினும் மின்சாரம் என்று அதற்குப் பெயரிட்டவரின் பெயரை நாம் அறியோம்.

5. காந்தம்

மின்சாரத்தைப் பற்றிச் சொல்லத் தொடங்கிய போது, காந்தத்தையும் அதனோடுகூடச் சேர்த்தே சொன்னோம். இயற்கையில் மின்சார நிகழ்ச்சிகளைப்பற்றிச் சொல்லிய இடத்தில் காந்தக் கல்லின் செயல்களும் கூடவே சொல்லப்பட்டன. ஏன்? இராமன் கதையைச் சொல்லும்போது சீதையின் கதையையும் கூடச் சேர்த்துச் சொல்லவேண்டி யிருப்பதைப் போலவேதான் இதுவும்.

மின்சாரமும் காந்தமும் ஒன்றுக்கொன்று மிகவும் நெருங்கிய தொடர்பை உடையன. இத் தொடர்புகளும் இவற்றின் தன்மைகளும் பின்னர்ச் சிறிது விரிவாகச் சொல்லப்படும்.

இப்பொழுது வேறொரு விஷயத்தைக் கவனிப்போம். காந்தத்தின் இயல்பும் மின்சாரத்தின் இயல்பும் அநேக அமிசங்களில் ஒத்திருக்கின்றன. காந்தத்தின் தன்மைகளை அறிந்துகொண்டால் மின்சாரத்தின் தன்மைகளை அறிவது சற்று எளிதாக இருக்கும்.

காந்தக் கல்லானது இரும்புத் துண்டுகளைக் கவரும் என்பதும், கயிற்றில் கட்டித் தொங்கவிட்ட காந்தக் கல்லானது தெற்கு வடக்காகத் திரும்பி நிற்கும் என்பதும் வெகுகாலமாகத் தெரிந்த விஷயங்கள்.

பிற்காலத்தில் இரும்புத்தூளைக் கீழே கொட்டி, அதன்மேல் காந்தக் கல்லைப் படச்செய்து பார்த்தார்கள். அப்போது, இரும்புத்தூள் அக்கல்லிலே மற்ற இடங்

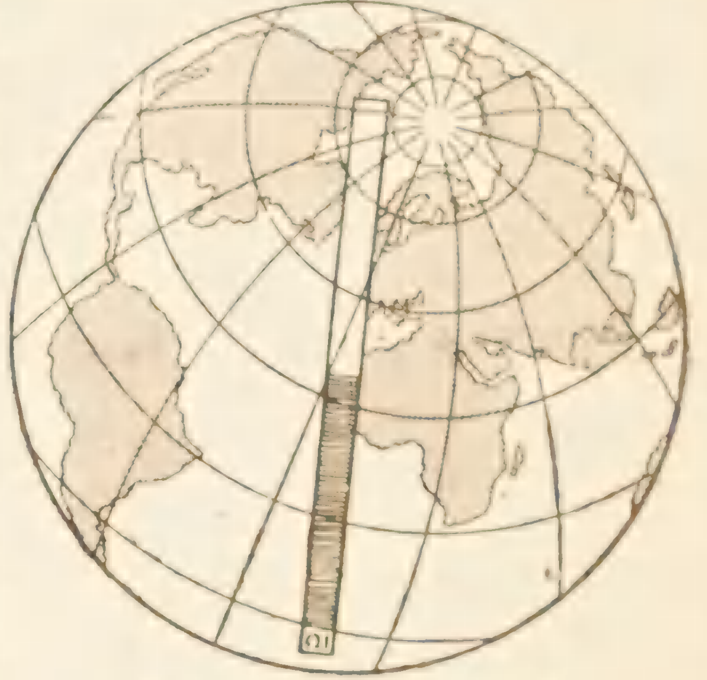
களில் ஒட்டிக் கொண்டதைக் காட்டிலும் அதிலே எதிருக் கெதிராயுள்ள இரண்டு ஓரங்களில் அதிகமான அளவில் அத்தூள் ஒட்டிக்கொண்டது என்பதைக் கண்டார்கள். [படம் 33]

இப்படி இரும்புத்தூள் அதிகமாக ஒட்டிக் கொண்ட இடங்களுள் ஒன்று, அதைக் கட்டித் தொங்கவிட்ட போது, வடபுறமாகத் திரும்பிய பக்கம்; மற்றொன்று தென் புறமாகத் திரும்பிய பக்கம். இவ்விரண்டு பக்கங்களுக்கும் துருவங்கள் என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. வடபுற மாகத் திரும்பி நிற்கும் பக்கத்தை வடதுருவம் என்றும், தென்புறமாகத் திரும்பி நிற்கும் பக்கத்தைத் தேன்துருவம் என்றும் சொல்லுகிறோம்.

தொங்கவிட்ட காந்தக் கல் அசைந்து ஆடி, இப்ப டித் திரும்பி, ஏன் ஒரு நிலையில் வந்து நிற்கிறது என்பதைப் பற்றிச் சிலர் சிந்தித்தார்கள். தங்கள் தங்கள் அறிவுக்கும் கற்பனைத் திறத்துக்கும் ஏற்றபடி இதற்கு உரிய விடை யைக் கண்டுபிடித்தார்கள்.

நீல நிறமாய் விளங்கும் நிர்மலமான ஆகாயத்தை நிமிர்ந்து பார்த்தால், வடக்குப் பக்கத்தில் ஏழு நட்சத் திரங்கள் அடங்கிய நக்ஷத்திர கணம் ஒன்று சிறப்பாக மின்னிக்கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். அந் நக்ஷத்திரங் களின் அழகையும், அவை அமைந்து தோன்றும் நிலை யையும் ஒவ்வொரு நாட்டிலும் கவனித்திருக்கிறார்கள். மனம் போனபடி அவற்றின் வடிவத்தைக் கற்பித்துக் கொண் டிருக்கிறார்கள். பாபிலோனியா நாட்டினர் அவற் றிலே ஒரு பெரிய கரடியின் வடிவைக் கண்டார்கள். ஆனால்

இங்கிலாந்து நாட்டினர் அவற்றைச் சார்ல்ஸ் அரசனுடைய வண்டி என்றார்கள். வேறு சிலர் அவற்றைப் பிடி வைத்த கிண்ணம் என்றார்கள். நமது நாட்டினர் அவற்றை ஸப்த ரிஷிகள் என்றார்கள். அந்த நக்ஷத்திர மண்டலத்திலிருந்து ஏதோ ஒரு வசீகர சக்தி வருகிறது; அந்தச் சக்தி காந்தக் கல்லை வடக்கேபார்த்துத் திரும்பச் செய்கிறது என்று முன்காலத்தில் சிலர் முடிவு செய்தார்கள்.



42. பூமி ஒரு காந்தம்

பதினாறாம் நூற்றாண்டின் இறுதியில் வாழ்ந்த கில்பெர்ட் என்பவர் காந்தத்தைப்பற்றி ஆராய்ந்து பெரிய நூல் ஒன்றை எழுதினார். பூமியே ஒரு பெரிய காந்தம் என்றும்; பூமியின் நடத்தையைப் பார்த்தால், பெரிய காந்தக் கட்டை ஒன்றைத் தென் துருவம் வடபுறமாகவும் வட துருவம் தென்புறமாகவும் இருக்கும்படி வைத்து, அதற்குள் பதிக்கப்பட்டதுபோல் தோன்றுகிறது என்றும்; சாதாரணக் காந்தக் கட்டையின் ஒரு முனை வடக்கே திரும்புவதற்குக் காரணம் பூமியினுள்ளே பதிந்தது போலுள்ள காந்தத்தின் தென்முனை சாதாரணக் காந்தத்தின் வட முனையைக் கவருவதுதான் என்றும் அவர் சொன்னார். இதுதான் சரியான முடிவென்று இக்காலத்தில் எல்லாராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டிருக்கிறது.

காந்தக் கல்லானது தன்னுடைய காந்த சக்தியை இரும்பு முதலிய பிற பொருள்களுக்குக் கொடுக்கவல்லது.



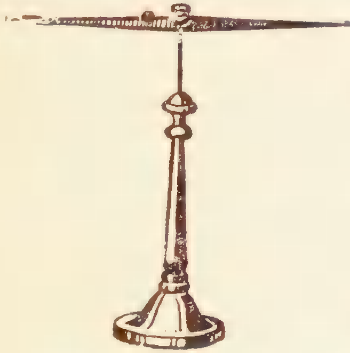
43. காந்தக் கட்டை

காந்தக் கல்லின் ஒரு துருவத்தைக் கொண்டு சாதாரண இரும்புக் கட்டை ஒன்றை ஒரே வாட்டமாகப் பலமுறை தேய்த்தால், அந்தக் கட்டையிலேயும் காந்த சக்தி உண்டாகிவிடும். நல்லவர்களோடு நெருங்கிப் பழகும் சாமானியர்களும்கூட நல்லவர்களாய் விடுவதைப் போல் இது தோன்றுகிறதல்லவா?



44. லாடக் காந்தம்

இவ்வாறு காந்த சக்தி பெற்ற இரும்புக் கட்டைக்குக் காந்தக்கட்டை என்று பெயர். அதைக் கட்டை வடிவமாயும், இரு முனைகளிலும் கூரிய முனையுள்ள ஊசி வடிவமாயும், வளைந்த இருமுனைகளும் ஒன்றாகநெருங்கிய லாட வடிவமுள்ளதாயும் செய்கிறார்கள். கட்டை வடிவமாயுள்ளதைக் காந்தக் கட்டையென்றும், கூரிய முனைகள் உள்ளதைக் காந்த ஊசி என்றும், லாட வடிவமுள்ளதை லாடக் காந்தம் என்றும் சொல்லலாம். காந்தக் கல்லைப் போலவே காந்தக் கட்டையும், காந்த ஊசியும், லாடக் காந்தமும் இரும்பு முதலிய பிற பொருள்களைக் கவரவல்லன. காந்தக்கட்டை ஒன்றைக் கயிற்றிலே தொங்கவிட்டால் காந்தக் கல்லைப்போலவே அதுவும்

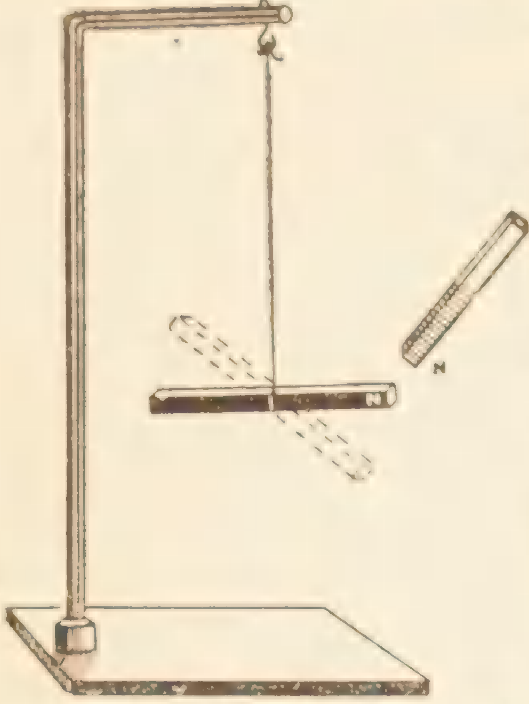


45. காந்த ஊசி முள்முனையில் சுழலுதல்



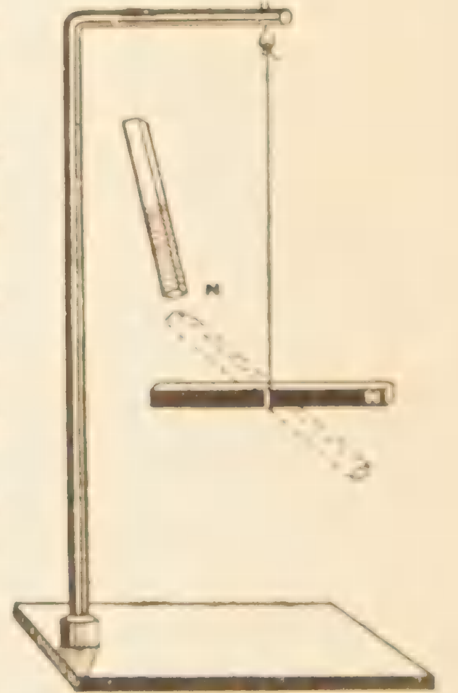
46. காந்த ஊசி

வடக்குத் தெற்காகத் திரும்பிநிற்கும். கயிற்றிலே தொங்க விடுவதற்குப் பதிலாக, முன் போன்ற முனை ஒன்றின்மேலே



47. காந்தம் காந்தத்தைத் தள்ளுதல்

அதைச் சுழல்வைத்தாலும், அப்பொழுதும் அது வடக்குத் தெற்காகவே திரும்பி நிற்கும். இரண்டு காந்தக் கட்டைகளைக் கடையில் வாங்கி வைத்துக் கொண்டு ஒரு சோதனை செய்து பார்க்கலாம். காந்தக் கட்டை ஒன்றை நூலில்கட்டித் தொங்க விட்டால் அதன் ஒரு முனை வடக்கு நோக்கியும் மற்றொரு முனையானது தெற்கு நோக்கியும் திரும்பி நிற்கும். வடக்குப் புறமாக உள்ள முனையைக் கவனித்துப் பார்த்தால் அதிலே N என்று அடையாளம் இட்டிருக்கும். தெற்குப் புறமாகத் திரும்பி நிற்கும் முனையில் எழுத்து ஒன்றும் இராது. ஒவ்வொரு காந்தக் கட்டையிலும் இவ்வாறே இருக்கும். நம்மிடமுள்ள மற்றொரு காந்தக் கட்டையில் N-அடையாளமிட்ட முனையைத் தொங்கவிட்ட காந்தக் கட்டையின் N-அடையாளமிட்ட முனையின் அருகே, பக்க வாட்டமாகக் கொண்டுபோனால், வடக்கு நோக்கியிருக்கும் அம்முனையானது, ஏதோ ஒன்று அதைப்



48. காந்தம் காந்தத்தைக் கவர்தல்

பிடித்துத் தள்ளினாற் போல், பளிச்சென்று ஒதுங்கும். N-அடையாளமிட்ட முனையைத் தொங்க விட்ட கட்டையின் தெற்கு முனைப் புறத்திலே கொண்டு போனால், அம் முனை, ஏதோ ஒன்று அதைப் பிடித்து இழுத்தாற்போல், கிட்ட ஓடி வரும். எத்தனை முறை திரும்பத் திரும்பச் செய்து பார்த்தாலும் இம்மாதிரியே நிகழும். ஆகையால், ஒரே தன்மையான இரண்டு துருவங்கள் ஒன்றையொன்று தள்ளும் இயல்பின என்பதும், ஒரே தன்மை அல்லாத இரண்டு துருவங்கள் ஒன்றையொன்று கவரும் இயல்பின என்பதும் தெரிய வருகின்றன. இது விசித்திரமாகத் தோன்றுகிறதல்லவா? 'இனம் இனத்தோடே' என்பதற்கு நேர் விரோதமாக அன்றோ இது இருக்கிறது!



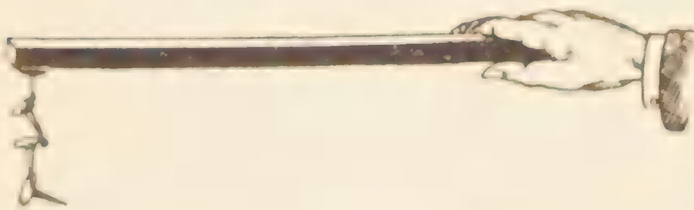
49. கோழிகள் ஒன்றோடொன்று சண்டையிடல்

இரும்புத் தூளைக் கீழே கொட்டி, அதில் சாதாரண இரும்புக் கட்டை ஒன்றைத் தோய்த்து எடுத்தால், இரும்புத் தூள் அதில் ஒட்டிக் கொள்ளாது. ஆனால் அந்த இரும்புக் கட்டையின் ஒரு முனையை இரும்புத் தூளில் தோய்த்துப் பிடித்துக்கொண்டு, அதன் மறு முனையின் அருகில் காந்தக் கட்டை ஒன்றைக் கொண்டுவந்தால், சாதாரண இரும்புக் கட்டையிலும் இரும்புத் தூள்கள் கொத்துக் கொத்தாக ஒட்டிக்கொள்

ளும். அப்பொழுது அந்த இரும்புக் கட்டையானது காந்தகுணத்தைப் பெற்றதுபோல் நடிக்கும். ஆனால் கிட்டக் கொண்டு வந்த காந்தக் கட்டையைச் சற்று அப்பால் எடுத்துக்கொண்டு போனால், இரும்புக் கட்டையில் ஒட்டிக்கொண்டிருந்த தூள்கள் முன்போல ஒட்டாத தன்மை உடையன ஆகிக் கீழே உதிர்ந்துவிடும். காந்த குணம் பெற்றிருந்த இரும்புக் கட்டை மறுபடியும் காந்த குணம் அற்றதாகி விடும். இப்பொழுது இன்னும் ஒரு முறை காந்தக்கட்டையை இரும்புக் கட்டையின் அண்டையில் கொண்டு வந்தால், மறுபடியும் முன் போலவே இரும்புத் தூள்கள் அதில் ஒட்டிக்கொள்ளும். இவ்விதமாக, இயல்பாகக் காந்த சக்தியில்லாத சாதாரண இரும்புக் கட்டையில் காந்தக் கட்டையினால் காந்தம் தூண்டப்படுகிறது. இவ்வாறு தூண்டப் படும் காந்த சக்திக்குத் தூண்டு காந்தம் என்று பெயர். காந்தக்கட்டை இரும்புக் கட்டையின் அருகிலுள்ள வரையில்தான் இந்தக் காந்த சக்தியானது இரும்

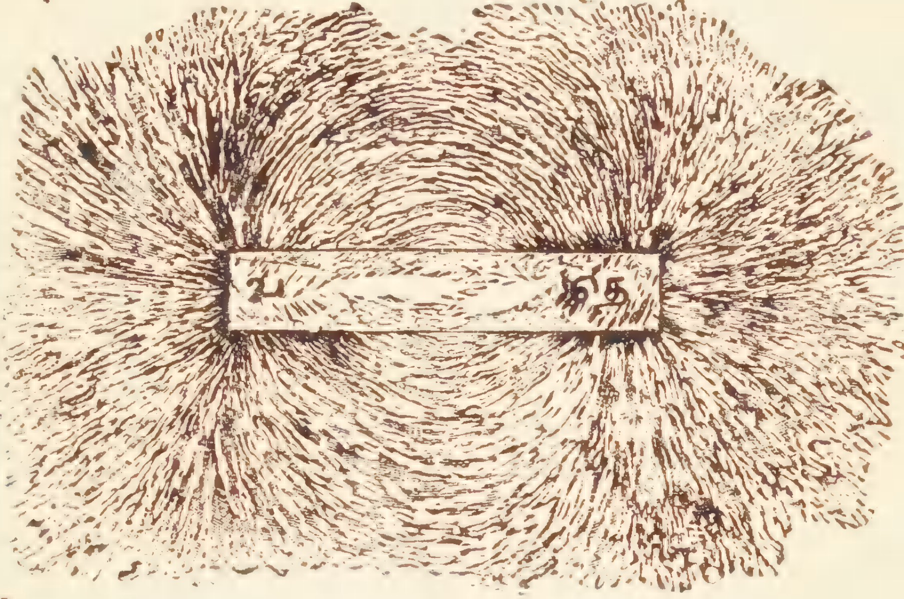


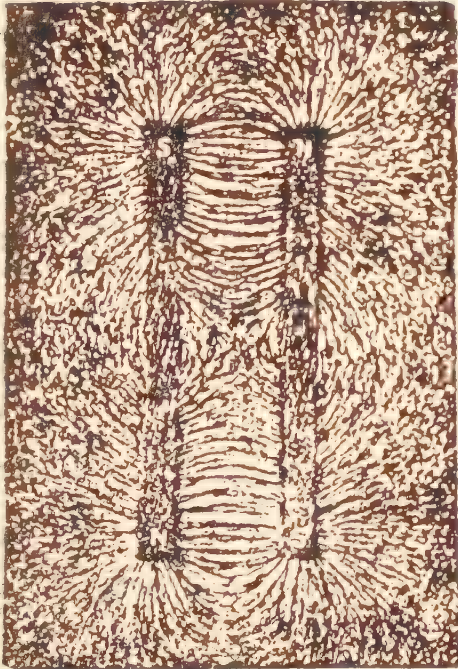
50. மாடப்புறாக்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்து இருத்தல்

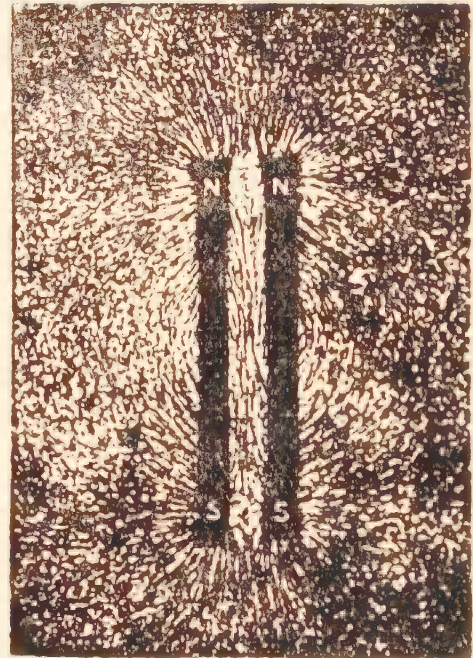


51. காந்தத் தொடர்

புக் கட்டையில் தங்கி நிற்கும். காந்தக் கட்டையை தூர எடுத்துக்கொண்டு போனதும், இந்தச் சக்தியும் நீங்கிவிடும். ஆகையால், இது தாற்காலிகமான காந்த சக்தி. மனிதர்







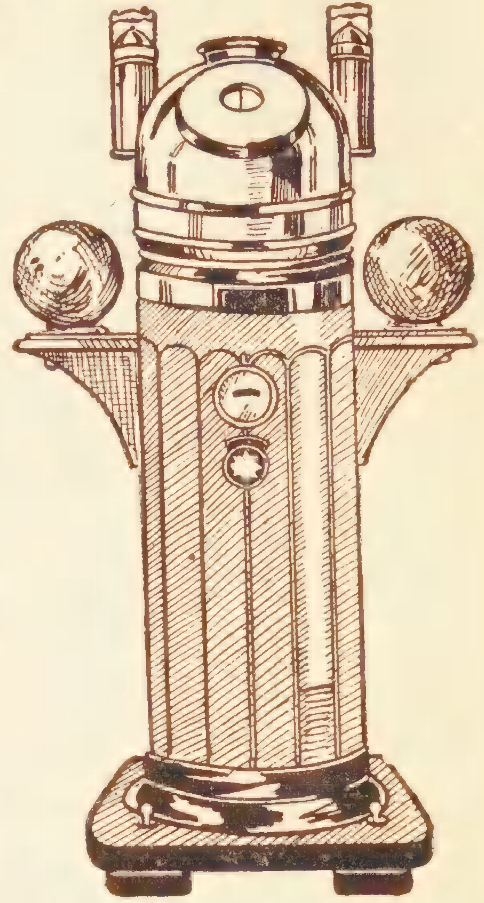
52-54. காந்தத்தைச் சுற்றி இரும்புத் தூள் படிதல்

களிலும் இப்பேர்ப்பட்ட குணமுடைய 'வீரர்களை' நாம் அறிவோம் அல்லவா? பக்கத்தில் பலசாலி இருக்கும் வரை வீரம் பேசுவார்கள். பலசாலி ஒதுங்கினால் அவர்கள்

இருக்கும் இடம் தெரியாது. மெல்லிய கம்பி ஆணிகள் சிலவற்றையேனும், பேனு நிப்புக்கள் சிலவற்றையேனும் கீழே கொட்டி, காந்தக் கட்டையின் ஒரு முனையைக் கொண்டு அவற்றுள் ஒன்றைத்தொட்டுத் தூக்கினல் அதன் ஒரு முனை காந்தத்தில் ஒட்டிக்கொள்ளும்; அதன் மறு முனை கீழே தொங்கும். தொங்கும் முனையைக் கொண்டு வேறென்றின் முனையைத் தொட்டால், தொங்கும் முனையும், காந்த சக்தியைப் பெற்றதுபோல், கீழே கிடக்கும் மற்றென்றைப் பிடித்துத் தூக்கும். இவ்வாறே நாலைந்து ஆணிகளையோ, நிப்புக்களையோ, சரமாக, ஒரு காந்தக் கட்டையால் தூக்கமுடியும். அந்தச்சரத்திலுள்ள ஒவ்வொரு ஆணியும் நிப்பும் காந்த சக்தியைப் பெற்றதுபோல் தோன்றினும், அவற்றிற்கு நிலைத்த காந்த சக்தி கிடையாது. காந்தக்கட்டையில் ஒட்டிக் கொண்டிருக்கும்ஆணியை அல்லது நிப்பை மட்டிலும் மெதுவாகக் காந்தக் கட்டையினின்று பிரித்து விட்டால், மற்றெல்லா ஆணிகளும் உடனே கீழே விழுந்து விடும். பாலத்தின் உயரத்தை அளக்கப் போனவர்கள் ஆற்றில் விழுந்ததைப்போல். அந்தக் கதை தெரியுமல்லவா?

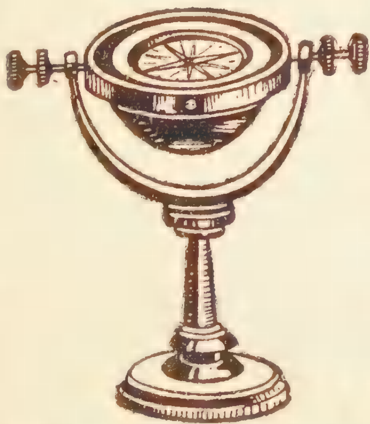
காந்தக் கட்டையானது, அதனல் தொடப்பட்ட பொருள்களை மட்டிலும் அன்றிச் சிறிது தூரத்திற்கு அப்பாலுள்ள பொருள்களையும் கவரும். காகித அட்டை, கண்ணடி போன்ற சிற்சில பொருள்களின் வழியாகவும் இந்தக் காந்த சக்தி அதிகாரம் செலுத்தக்கூடியது. கீழே கிடக்கும் இரும்புச் சாவி ஒன்றின்மேல் காகித அட்டையை வைத்து, அதன் மேல் காந்தக் கட்டை ஒன்றைக் கிடத்தி, அட்டையை அப்படியே உயரத் தூக்கினல், கீழே கிடந்த இரும்புச் சாவியும் அட்டையின் அடிப்புறத்தில்

ஒட்டிக்கொண்டு கூடவே மேலே வரும். ஆனால், வாஸ்தவமாக, அந்த அட்டையில் ஒட்டிக் கொள்ளவில்லை என்பதை எளிதில் கண்டு கொள்ளலாம். எப்படியென்றால், அட்டையின் மேல் வைத்திருக்கும் காந்தக் கட்டையை எடுத்து விட்டால், அட்டையின் அடியிலுள்ள சாவி உடனே கீழே விழுந்துவிடும்.



55. ஆட்டத்தினால் அசைவுறாதபடி அமைத்திருக்கும் திசையறி கருவி

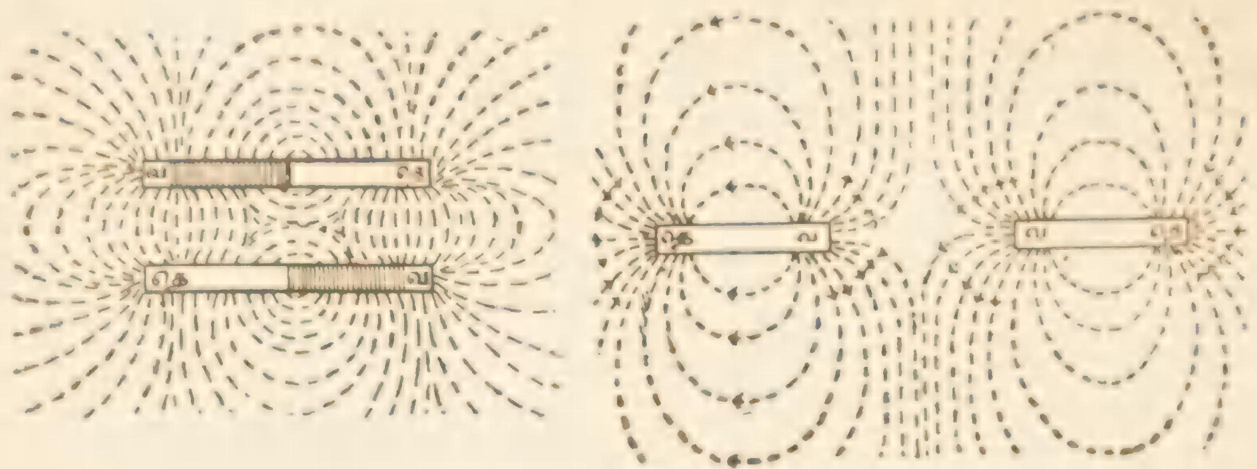
இவற்றினின்று காந்தக் கட்டையானது பொருள்களைத் தொட்டுக் கவரவல்லது என்பதும், தொடாமலும் சிறிது தூரத்துக்கு அப்பாலுள்ள பொருள்களைக் கவரவல்லது என்பதும், சிற்சில வகைப் பொருள்கள் இடையிலிருந்தாலும் கூட, அப்போதும், இக்கவர்ச்சி-சக்தியானது தொழில் புரியவல்லது என்பதும் தெரியவரும்.

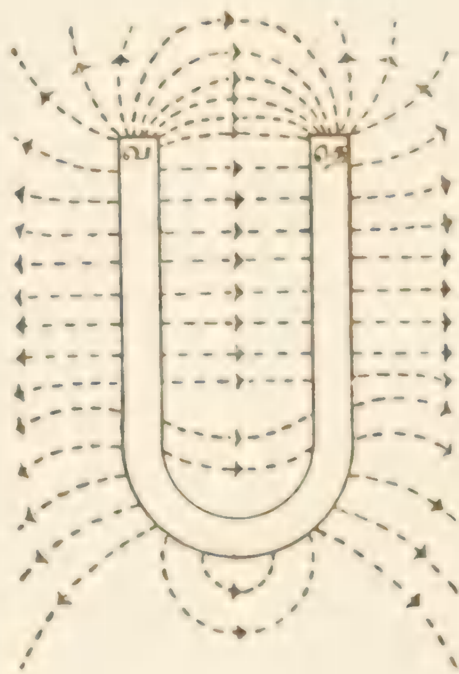


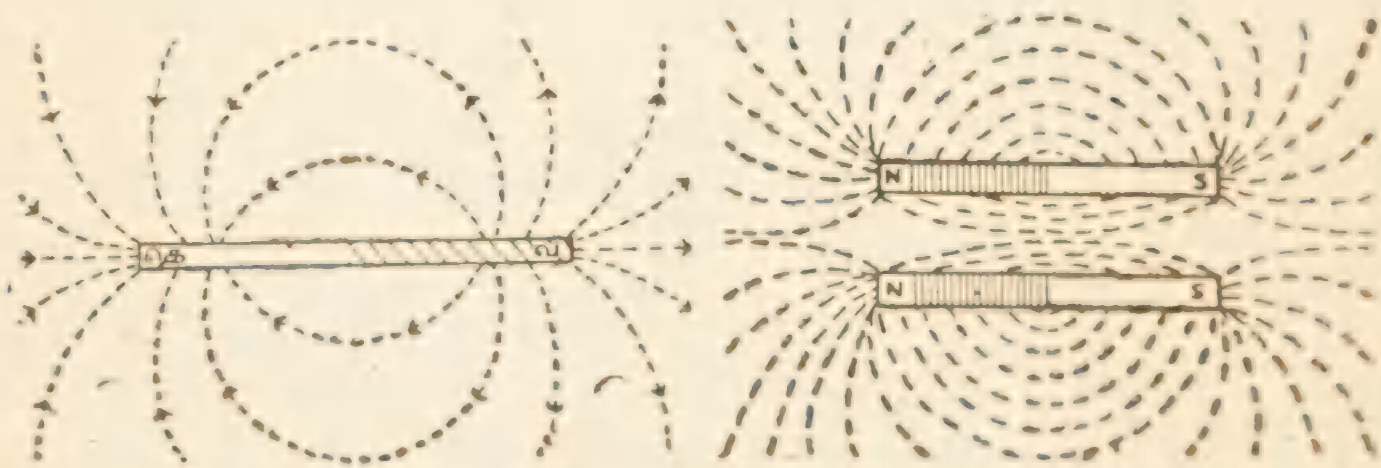
56. கப்பலில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் திசையறி கருவி

ஆகையால் காந்தத்தைச் சுற்றி அதன் சக்தி செல்லக்கூடிய பிரதேசம் ஒன்றிருக்கிறது என்பதுதெளிவு. இந்தப் பிரதேசத்தைக் **காந்தப் பிரதேசம்** அல்லது **காந்தப் புலம்** என்று சொல்லலாம்.

காந்தக் கட்டை ஒன்றைக் கீழே கிடத்தி, அதன்மேல் ஒரு கண்ணாடித் தகட்டை வைத்து, அதன்மேல் மெல்லிய இரும்புத் தூளை







57 - 61. காந்தத்தைச் சுற்றியுள்ள சக்தி ரேகைகளை
விளக்கிக் காட்டும் படங்கள்

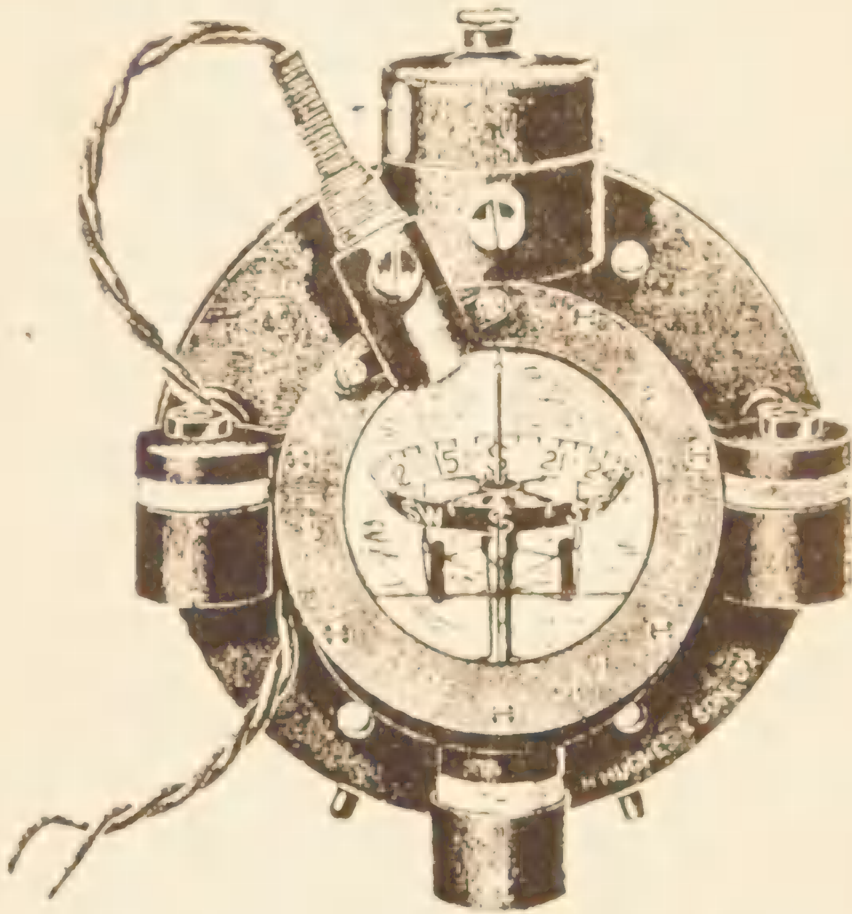
இலேசாகத் தூவினால், கண்ணாடியின் மேலே போடப்பட்ட தூளானது கண்டபடி சிதறிக் கிடக்கும். இப்பொழுது கண்ணாடித் தகட்டை விரலால் இலேசாக நாலைந்து தரம் சுண்டினால், தகட்டின் மேலே எங்கும் ஒழுங்கின்றி இறைத்துக்கிடந்த இரும்புத் தூளானது வளைவு வளைவாகப் படிந்து, மிகவும் அழகாகக் கோலமிட்ட மாதிரியாக அமைந்து விடும். இக் கோலத்தின் கோடுகள் கண்ணாடித் தகட்டின் கீழே கிடக்கும் காந்தக் கட்டையின் துருவப் புறங்களில் மிகுந்தும், அக்கட்டையின் நடுப்புறத்தில் குறைந்தும் இருக்கும். இவ்வாறு தோன்றும் மெல்லிய கோடுகளைக் காந்தத்தின் சக்தி ரேகைகள் என்று சொல்லலாம்.

62. திசையறி கருவித் தட்டு

63. திசையறி கருவித் தட்டு

பார்வதியின் அழகினால் வசப்படாத பரமசிவன், அவளுடைய தவத்தினால் வசப்பட்டு, அவளை மணம் செய்யும் பொருட்டு நந்தியின் மேலேறி, இமவானுடைய நகரத்துக்குப் போகும்

போது, அவருடைய கண்ணிலிருந்து சொலித்த காந்தி ரேகைகள் அவரை இழுத்துச் செல்லும் பொற்கம்பிகளைப் போல் தோன்றின என்று காளிதாஸன் வருணிக்கிறார். காந்த சக்தி ரேகைகளை அவ்வாறு அமைந்து கவரும் கம்பிகளுக்கு ஒப்பிடலாம்.



54. எரோப்லேனில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் திசையறி கருவி

விஞ்ஞானிகள் அவற்றை ரப்பர்க் கயிறுகளுக்கு ஒப்பிட்டிருக்கிறார்கள். இழுத்துப் பிடித்த ரப்பர்க் கயிறு எவ்வாறு சுருங்க முயன்று தன்னோடு ஒட்டிய பொருளையும் இழுக்க முயலுகிறதோ, அவ்வாறே காந்தசக்தியும் இந்த ரேகைகளின் வழியாகப் பிற பொருள்களைக் கவர முயல்கிறது எனலாம். ஆனால் ரப்பர்க் கயிற்றுக்கு இல்லாத

இன்னுமொரு இயல்பும் இந்தச் சக்தி ரேகைகளுக்கு உண்டு. ஒவ்வொரு சக்தி ரேகையும் தன்னண்டையில் உள்ள மற்ற ரேகைகளை விலக்கிக்கொண்டு, அவற்றை விட்டு ஒதுங்கித் தனியாக நிற்க முயலுகிறது.

இத்தகைய விசித்திர சக்திகள் வாய்ந்த காந்தத்தினுல் செய்த ஊசிகளைக் கொண்டுதான் நிலத்திலும், கடலிலும், வானிலும் வழி காட்டும் திசையறி கருவிகளை அமைத்திருக்கிறுர்கள். உயிரற்றுச் சடமான கல்லானது அறிவிற் சிறந்த மனிதனுக்கு ஒரு வழிகாட்டியாக விளங்குகிறது!

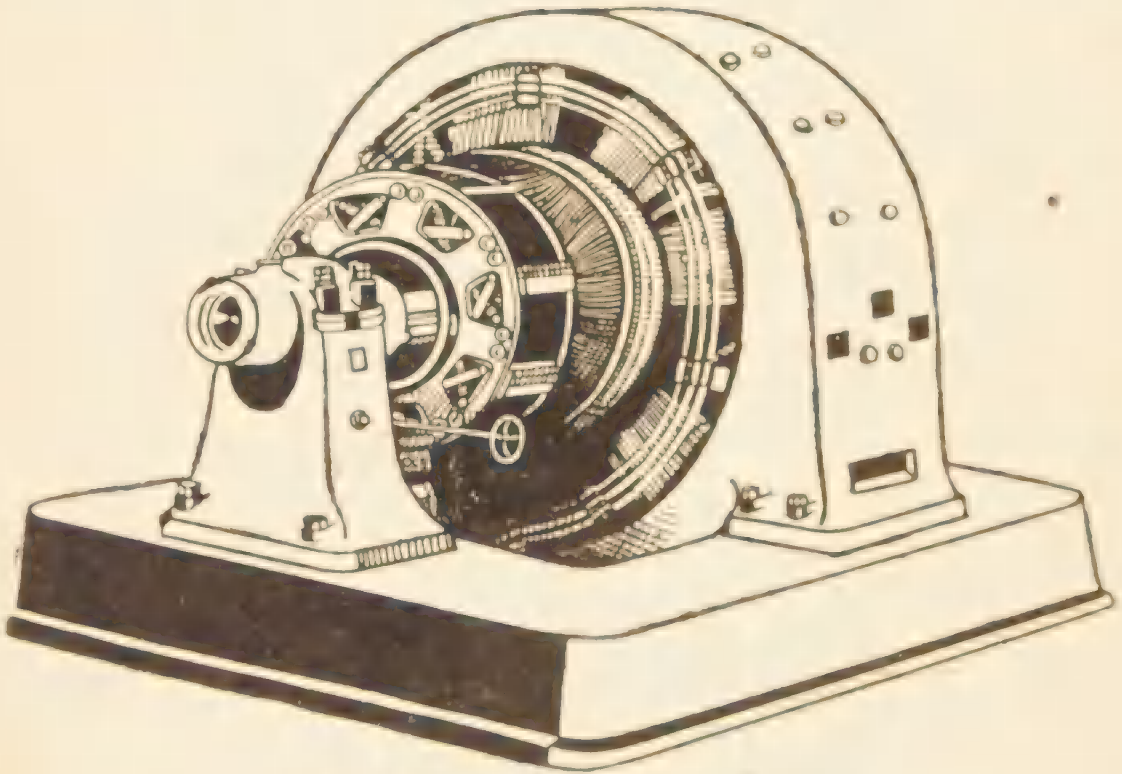


65. கப்பல்

6. மின்சாரத்தின் வகைகள் முதலியன

மின்சாரத்தை உண்டாக்கும் முறைகள்

அம்பரினின்று தோன்றி, அம்பரால் பெயர்பெற்ற மின்சாரம் இரண்டு பொருள்கள் ஒன்றோடொன்று உராய்வதால்தான் முதன்முதலில் உண்டானது. அம்பரால் மட்டுமன்றிப் பிற பொருள்களாலும் அதை உண்டாக்கலாம்



66. நேர் மின்சார டைனமோ

என்பதை ஆராய்ச்சி மனம் படைத்த கில்பெர்ட் கண்டுபிடித்தார்.

அவர் பற்பல பொருள்களை ஒன்றோடொன்று தேய்த்து, மின்சாரத்தை உண்டாக்கி, சோதனைகள் நடத்தி வந்தார். முதன்முதலிலே மின்சாரம் பொருள்கள்

உராய்வதனால் உண்டாக்கப்பட்டுச் சோதனைகளுக்கு மட்டுமே பயன்பட்டு வந்தது.

அதை வேறு முறைகளாலும் உண்டாக்கலாம் என்பதைப் பிற்காலத்திலே தெரிந்துகொண்டார்கள். இரசாயனச் செயலினாலும், வெப்பத்தினாலும், வெளிச்சத்தினாலும், டைனமோ என்னும் கருவியினாலும் மின்சாரத்தை உண்டாக்க முடியும். இவற்றுள் தேய்த்தலும், இரசாயனச் செயலும், டைனமோவும்தாம் மிக முக்கியமான வழிகள். தேய்த்தலினால் மின்சாரத்தை இயற்றும் வழியை முதலில் கவனிப்போம்.



67. அரக்குக்கோலைக் கம்பளியால் தேய்த்தல்

அரக்குக் கோலைக் கம்பளித் துணியால் தேய்த்தால், அரக்குக் கோலுக்கு முன்னில்லாத புதிய தன்மை ஒன்று உண்டாகிறது. மிக மிகச் சிறியனவாகக் கிழித்த மெல்லிய காகிதத் துண்டுகளின் அண்டையில் அதைக்கொண்டு வந்தால், அது அந்தக் காகிதத்துண்டுகளைக் கவர்கிறது. அந்தத் துண்டுகள் குதித்தேறி, அரக்குக் கோலில் போய் ஒட்டிக் கொள்ளுகின்றன. சிற்சில துண்டுகள் வெகு நேரம் அப்படியே ஒட்டிக் கொண்டு தொங்குகின்றன. வேறு சில, சிறிதுநேரம் அதிலே ஒட்டிக் கொண்டிருந்து

விட்டுப் பிறகு மனம் மாறியவைபோல், பளிச் சென்று அதை விட்டு விலகிக் கீழே விழுகின்றன. காந்தம் இரும்பைக் கவர்வதுபோல், தேய்ப்புற்ற அரக்குக் கோலும் காகிதத் துண்டுகளைக் கவர்கிறது.

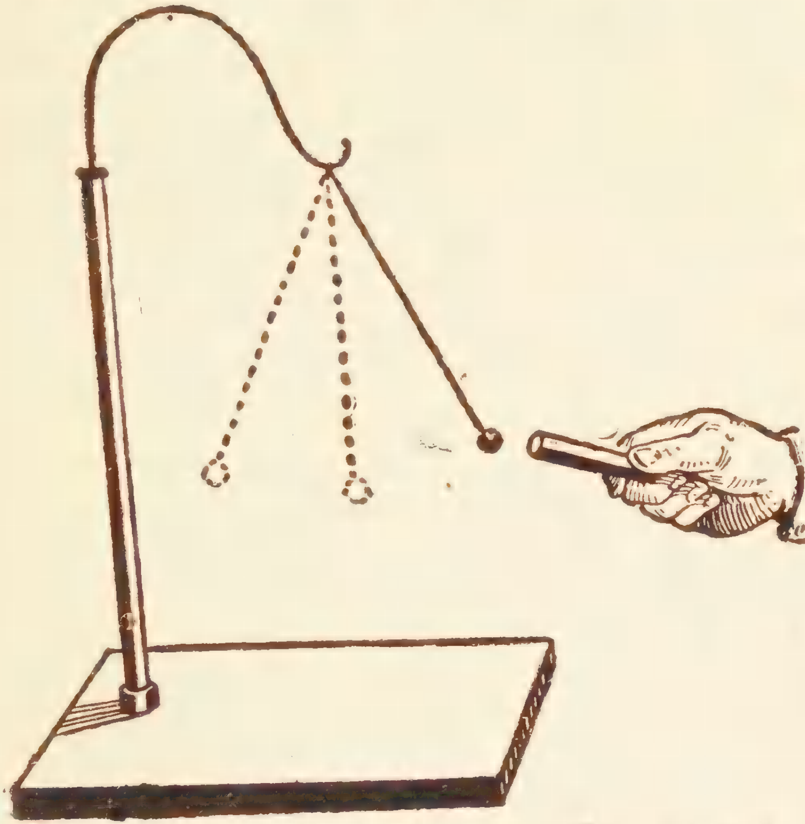
காகிதத் துண்டுகளுக்குப் பதிலாக, மெல்லிய நூலிழைகளை உபயோகிக்கலாம். அப்பொழுது, நூலிழைகளும், இவ்வாறே, அந்தக் கோலில் ஒட்டிக்கொள்ளுகின்றன என்பதைக் காணலாம்.

இதைச் சோதிப்பதற்கென்று ஒரு கருவியை அமைத்திருக்கிறார்கள். அக்கருவியிலே இரும்பினாலேனும், பித்தளையினாலேனும், அல்லது கண்ணாடியினாலேனும் செய்த சட்டம் ஒன்றிலிருந்து சுண்டைக்காய்ப் பருமனுள்ள சிறிய கடைச்சி உருண்டை ஒன்றைப் பட்டுக் கயிற்றினால் தொங்கவிட்டிருக்கும். அந்தக் கடைச்சிக் காயானது மிகமிக மெல்லிய பொன் தகட்டினாலேனும், அலுமினியத் தகட்டினாலேனும் பொதியப் பட்டிருக்கும். தேய்ப்புற்ற அரக்குக்கோலை அந்தக் கடைச்சிக் காயின் அண்டையிலே கொண்டு வந்தால், அரக்குக் கோலானது கனமற்ற அந்தக் கடைச்சிக் காயைக் கவரும். கவரவே, அந்தக் காயானது நூலோடு இழுபட்டு, அரக்குக் கோலிலே வந்து ஒட்டிக் கொள்ளும். ஒட்டிக் கொண்ட சற்றுநேரத்திற்கெல்லாம், மனவெறுப்புக் கொண்டதுபோல், அது கோலைவிட்டுத் தெறித்து ஓடும்.



68. அரக்குக்கோல் காகிதத்தைக் கவர்தல்

இப்படியாகத் தேய்ப்புற்றபோது, அரக்குக் கோல் பெறும் நூதனத் திறமைதான் மின்சாரம். எத்தனையோ விதங்களில் அது காந்தத்தை ஒத்திருக்கிறது. தேய்ப்புற்ற இரும்பிலே காந்தம் ஏறியிருக்கிறது என்று நாம் சொல்லுவதைப் போலவே, தேய்ப்புற்ற அரக்குக் கோலிலே மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறது என்று சொல்லலாம்: அல்லது அரக்குக்கோல் மின்சார ஏற்றத்தைப் பெற்றிருக்கிறது என்றுசொல்லலாம்.



69. அரக்குக்கோல் கடைச்சிக்காயைக் கவர்தல்

அரக்குக் கோலில் மட்டுமன்றிப் பிற பொருள்களிலும் மின்சாரம் ஏறும். அரக்கு அல்லது எபனேட் கட்டையைக் கம்பளி அல்லது பூனைத்தோலினால் தேய்த்தால், அதிலே மின்சாரம் ஏறும். கண்ணாடிக் கோலைப் பட்டுத் துணியால் தேய்த்தாலும், அக் கண்ணாடிக் கோலிலே மின்சார ஏற்றம் உண்டாகும். தேய்ப்புற்ற அரக்கும், எபனேட்டும், கண்ணாடியும் காகிதத் துண்டுகளைக் கவரும் திறமை உடையன ஆகும்.

இரத்தினக் கம்பளத்தின்மேல் ஜோடணிந்த காலைத் தேய்த்துத் தேய்த்து நடந்தால், நடப்பவனுடைய உடலிலே

மின்சாரம் ஏறும். அப்போது அவனுடைய கை விரலின் நுனியை ஏதாவதொரு உலோகத்தின் அண்டையில் கொண்டுபோனால், அந் நுனியிலிருந்து மின்சாரப் பொறி தெறிக்கும். கானடா தேசத்திலே அந்த மாதிரித் தெறிக்கும் பொறியைக்கொண்டு வாயு விளக்கை ஏற்றி விளையாடுவார்களாம்.



70. பூனைத் தோல்

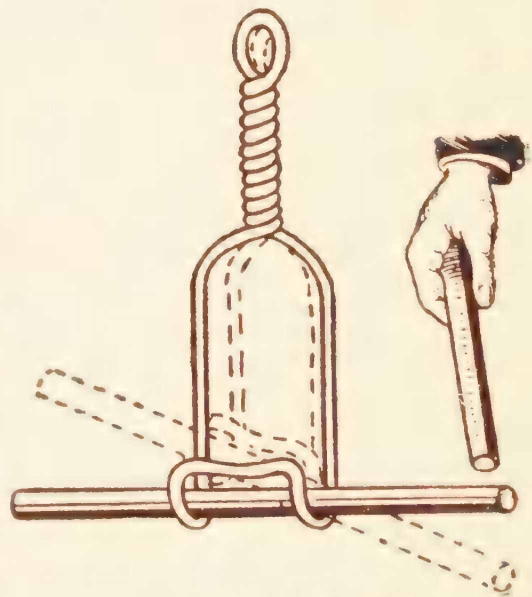
இன்னும் ஒன்று. எபனைட் கோலைக் கம்பளியால் தேய்க்கும்போது, கோலில் மட்டுமன்றிக் கம்பளியிலும் மின்சாரம் ஏறுகிறது என்பதும், கண்ணாடிக் கோலைப் பட்டினல் தேய்க்கும்போது, கோலில் மட்டுமன்றிப் பட்டிலும் மின்சாரம் ஏறுகிறது என்பதும் தெரியவந்தன. வெகு ஜாக்கிரதையாகச் சோதனைகளை நடத்திப் பார்த்ததில் இவ் விஷயங்கள் தெளிவாயின.

கோடைக் காலத்தில் சில நாட்களில், சாயங்கால வேளையில் நாம் தலையை வாரிக்கொள்ளும்போது, சீப்பிலே இலேசாகப் படபடவென்ற ஓசை உண்டாவதைக் கவனித்திருக்கலாம். இது சீப்பின் பற்கள் உடைவதினல் உண்டாகும் ஓசை என்று நமக்குத் தோன்றும். ஆனல், இது தவறு என்பதும், சீப்பின் பற்கள் உடையவில்லை என்பதும் சீப்பைப் பார்த்தால் தெரியும். இந்த ஓசையை உண்டாக்குவது மின்சாரந்தான். உலர்ந்த தலைமயிரோடு எபனைட்டினல் செய்யப்பட்ட சீப்பு உராயும்போது, மின்சாரம் உண்டாகிச் சுடர் தெறிக்கிறது; ஓசையுண்

டாகிறது. அவ்வேளைகளில் வாரிய தலைமயிரும், ஒன்றோ டொன்று படியாமல், குச்சி குச்சியாக விறைத்து நிற்ப தற்கும் இப்படி உண்டாகும் மின்சாரம்தான் காரணம். தலையை இலேசாக நனைத்தால் போதும், மயிர் படிந்து விடும். ஏன்?

இரண்டு வகை மின்சாரங்கள்

காந்தத்துக்கும் மின்சாரத்துக்கும் இன்னும் ஒரு முறையிலும் ஒற்றுமை இருக்கிறது. ஒவ்வொரு காந்தக் கட்டையிலும் வடதுருவம் தென்துருவம் என்று இரண்டு துருவங்கள் இருக்கின்றன; அவற்றுள் ஒரே தன்மையுள்ள இரண்டு துருவங்கள் ஒன்றை யொன்று தள்ளும் இயல்பின என்றும், வேறு தன்மையுள்ள இரண்டு துருவங்கள் ஒன்றை யொன்று கவரும் இயல்பின என்றும் பார்த்தோம். இதைப் போலவே மின்சாரத்திலும் காணப்படுகிறது.

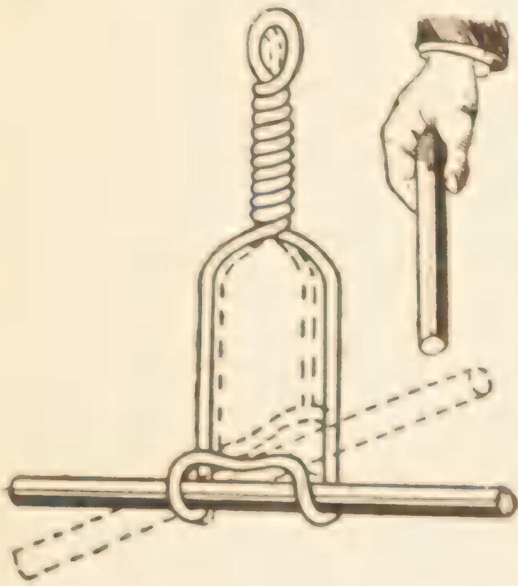


71. அரக்குக் கோல் அரக்குக்கோலைத் தள்ளுதல்

அரக்குக் கோல் ஒன்றைக் கம்பளியினால் தேய்த்து, அதைப் பட்டுநூலினால் தொங்க விட்டு, அதன் பக்கத்திலே அதைப்போலவே தேய்க்கப் பட்ட மற்றொரு அரக்குக் கோலை கொண்டு வந்தால், தொங்கவிட்ட அரக்குக்கோல் விலகிப்போகும். ஆனால், அதன் பக்கத்திலே பட்டினால் தேய்க்கப்பட்ட கண்ணா டிக்கோல் ஒன்றைக் கொண்டு வந்தால், தொங்கவிட்ட

அரக்குக்கோல், கண்ணாடிக்கோலினால் கவரப்பட்டு, அதை நெருங்கும்.

இதைப் போலவே, பட்டினால் தேய்த்த கண்ணாடிக் கோல் ஒன்றைத் தொங்கவிட்டு, அதே மாதிரியாகப் பட்டினால் தேய்க்கப்பட்ட மற்றொரு கண்ணாடிக் கோலை அதன் அண்டையிலே கொண்டுவந்தால், தொங்கும் கண்ணாடிக் கோல், தள்ளப்பட்டதுபோல், விலகிப் போகும். ஆனால் இப்போது கம்பளியினால் தேய்த்த அரக்குக்கோல் ஒன்றை அதன் பக்கத்திலே கொண்டுவந்தால், தொங்கும் கண்ணாடிக் கோல் அரக்குக் கோலின் அண்டையில் நெருங்கும்.



72. கண்ணாடிக்கோல் அரக்குக் கோலைக் கவர்தல்

இச் செயல்களைப் பார்க்கும்போது, ஒரு காந்தத்தின் வடதுருவம் மற்றொரு காந்தத்தின் வட துருவத்தைத் தள்ளுவதையும், அது மற்றொன்றின் தென் துருவத்தைக் கவர்வதையும் போலவேதான் தோன்றுகின்றன. ஆகையால், காந்தத்தில் இரண்டுவகைக் காந்தங்கள் இருப்பதைப்போல், மின்சாரத்திலும் இரண்டு வகை மின்சாரங்கள் இருக்கின்றன என்பது தெளிவாகிறது.

இவ்வாறு இரண்டு வகை மின்சாரங்கள் இருக்கின்றன என்பதை முதன் முதலாகக் கண்டு பிடித்தவர் டு-பே (1698-1739) என்பவர்தாம். அவர் பிரான்சு நாட்டினர். ஒருவகை மின்சாரத்துக்குக் கண்ணாடி மின்சாரம்

என்றும், மற்றொரு வகை மின்சாரத்துக்குப் பிசின் மின் சாரம் என்றும் அவர் பெயர் வைத்தார்.

இவ்விரண்டு வகை மின்சாரங்களுக்கும் பிற்காலத்தில் வேறு பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். பட்டினால் தேய்ப்புற்ற கண்ணாடியில் தோன்றும் மின்சாரத்துக்குப் பாஸிடிவ் மின் சாரம் என்று பெயர் இடப்பட்டது. இதை நாம் நேர் மின் சாரம் என்று சொல்லுவோம். கம்பளியினால் தேய்ப்புற்ற அரக்கில் தோன்றும் மின்சாரத்துக்கு நெகடிவ் மின்சாரம் என்று பெயரிடப்பட்டது. இதை நாம் எதிர் மின்சாரம் என்று சொல்வோம். பாஸிடிவ் மின்சாரத்தைத் தன மின் சாரம் என்றும், நெகடிவ் மின்சாரத்தை ருண மின்சாரம் என்றும் சிலர் வழங்குகிறார்கள். மின்சாரங்களுக்கு பாஸிடிவ், நெகடிவ் என்று பெயரிட்டவர் அமெரிக்கா நாட்டு விஞ்ஞானிகளுள் ஒருவராகிய பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளின் என்பவர்.

பாஸிடிவ், அல்லது நேர் மின்சாரத்தைக் கூட்டல் அடையாளமாகிய + என்னும் குறியாலும், நெகடிவ், அல்லது எதிர், மின்சாரத்தைக் கழித்தல் அடையாளமாகிய — என்னும் குறியாலும் அடையாளமிட்டுக் காட்டுவது வழக்கமா யிருந்துவருகிறது.

நேர் மின்சாரம் எதிர் மின்சாரம் எனப்படும் இவ் விரண்டு வகை மின்சாரங்களும் தம்முள் ஒன்றுக்கொன்று மாறுபட்டவை. நேர் மின்சாரமும் எதிர் மின்சாரமும் ஒன்றையொன்று கவரும். நேர் மின்சாரம் நேர் மின்சா ரத்தையும், எதிர் மின்சாரம் எதிர் மின்சாரத்தையும் தள்ளும்.

இரண்டுவகை மின்சாரங்களின் தன்மைகள்

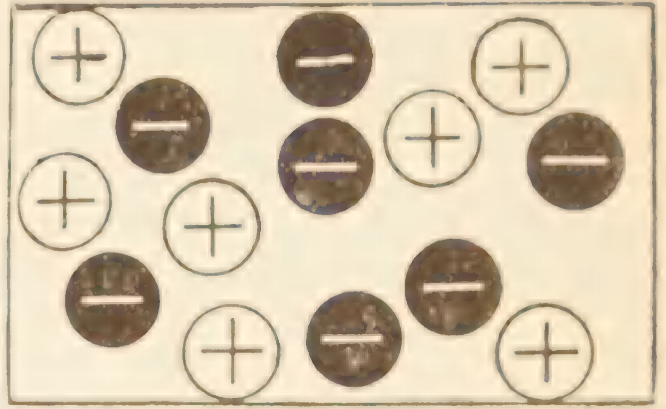
ஒரு பொருளை மற்றொரு பொருளைக்கொண்டு தேய்த்தால், இரண்டுபொருள்களிலும் மின்சாரம் தோன்றுகிறது. இரண்டு பொருள்களும் மின்சார ஏற்றம் பெறுகின்றன. ஆனால் அவை இரண்டும் ஒரே வகையான மின்சாரத்தைப் பெறுவதில்லை: வெவ்வேறான மின்சார ஏற்றங்களையே அவை பெறுகின்றன. இரண்டு பொருள்கள் உராயும்போது, ஒன்றில் நேர்மின்சாரம் தோன்றினால், அதாவது அதில் நேர் மின்சார ஏற்றம் உண்டானால், மற்றொன்றில் எதிர் மின்சாரம் ஏறியாகவேண்டும். இவ்விரண்டு ஏற்றங்களும் வகையில் மாறுபட்டிருக்கும். ஆன போதிலும், இவை இரண்டும் அளவில் சமமாகத்தான் இருக்கும். உதாரணமாக, எபனைட் கட்டையையும் கம்பளியையும், ஒன்றோடொன்று உராயும்படி, தேய்க்கும்போது, எபனைட் கட்டையில் எதிர் மின்சாரம் ஏறுகிறது; கம்பளியில் நேர் மின்சாரம் ஏறுகிறது. எபனைட்டில் ஏறும் எதிர் மின்சாரத்தின் அளவு எவ்வளவோ, அதே அளவுள்ளதாகத்தான் இருக்கும் கம்பளியில் ஏறும் நேர் மின்சார ஏற்றத்தின் அளவும். கண்ணாடியைப் பட்டுத் துணியால் தேய்த்தால், கண்ணாடியில் நேர் மின்சார ஏற்றம் உண்டாகிறது; பட்டுத் துணியில் எதிர் மின்சார ஏற்றம் உண்டாகிறது. கண்ணாடியில் ஏறும் நேர் மின்சார ஏற்றத்தின் அளவும், பட்டுத் துணியில் ஏறும் எதிர்மின்சார ஏற்றத்தின் அளவும் சமமாகவே இருக்கும். இவ்வாறு எந்த இரண்டு பொருள்களை ஒன்றோடொன்று தேய்த்தாலும், ஒன்றில் நேர் மின்சாரமும், மற்றொன்றில் அதே அளவுள்ள எதிர் மின்சாரமும் தோன்றியே தீரும். ஆனால், அவற்றுள் எந்தப் பொருளில்

நேர் மின்சாரம் ஏறும் என்றும், எதில் எதிர் மின்சாரம் ஏறும் என்றும் நியதியாகச் சொல்ல முடியாது. குறிப்பிட்ட சிற்சில பொருள்களை ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து பார்த்தில், அவற்றுள் ஒன்றில் எப்பொழுதும் நேர் மின்சாரம் தோன்றுகிறதென்றும், மற்றொன்றில் எப்பொழுதும் எதிர்மின்சாரம் தோன்றுகிறதென்றும் அநுபவ வாயிலாகத் தெரிந்துகொண்டிருக்கிறார்களே தவிரப் பொதுப்படையாகப் பொருள்களை நேர் மின்சாரம் ஏறும் பொருள்கள் என்றும், எதிர்மின்சாரம் ஏறும்பொருள்கள் என்றும் வகுத்துக்கூற முடியாது.

மின்சாரம் ஏறுதல்

மேற் கூறியபடி, கண்ணாடி, பட்டு; அரக்கு, கம்பளி; இவை போன்ற இரண்டு பொருள்களை ஒன்றோடொன்று உராயும்படி தேய்த்தால், அவற்றிலே மின்சார ஏற்றங்கள் உண்டாகின்றன. பொருள்களுள் ஒன்றில் நேர் மின்சாரம் ஏறினால், மற்றொன்றில் எதிர் மின்சாரம் ஏறுகிறது. அவ்விரண்டு மின்சாரங்களும் அளவில் சமமாகவே இருக்கும். எதிர் மின்சாரத்தை உண்டாக்காமல், நேர் மின்சாரத்தை மட்டிலும் உண்டாக்க முடியாது. ஒருவகை மின்சாரம் மட்டிலும் தனியாக உண்டாகாது; அதை உண்டாக்கவும் முடியாது. வாஸ்தவம் என்னவென்றால், நாம் மின்சாரத்தைப் புதிதாக உண்டாக்கவில்லை; அதை நிருமிக்கவில்லை. மின்சாரம் ஏற்கெனவே ஒவ்வொரு பொருளிலும் இருக்கிறது. நேர் மின்சாரம் ஏறிய நுண்ணிய அணுக்களும், எதிர் மின்சாரம் ஏறிய நுண்ணிய அணுக்களுமாகக் கலந்தே உலகத்திலுள்ள பொருள் ஒவ்வொன்றும் அமைந்திருக்கிறது. சாதாரண நிலையிலுள்ள ஒவ்வொரு பொருளிலும்,

அதிலுள்ள நேர் மின்சாரம் பொருந்திய அணுக்களும் எதிர் மின்சாரம் பொருந்திய அணுக்களும் ஒன்றுக்கொன்று மின்சார சக்தியின் அளவில் ஒத்திருக்கின்றன. ஆதலால் அந்தச் சமநிலையில் எந்தப் பொருளிலும் ஒருவகை மின்சாரமும் முனைந்துநிற்பதில்லை. ஆனால் ஒரு பொருளை மற்றொன்றைக் கொண்டு உராயும்போது, அவற்றுள் ஒரு பொருளிலுள்ள



73. பொருளின் அமைப்பு

ஒரு வகை மின்சார அணுக்களைக் காட்டிலும் மற்றொரு வகை மின்சார அணுக்கள் அதைவிட்டு அதிகமான அளவில் பெயர்ந்து போகின்றன. அப்படிப் பெயர்ந்து போவதினால், ஒரு வகை மின்சார அணுக்கள் அதில் குறைந்தும், மற்றொரு வகை மின்சார அணுக்கள் முன்போலும் இருக்கின்றன. ஆதலால், அதன் மின்சாரச் சமநிலை கெடுகிறது. அதினின்று பெயர்ந்து போகும் அணுக்கள் அதனோடு தேய்ப்புறும் மற்றொரு பொருளில் போய்த் தங்குகின்றன. தங்கவே, அந்தப் பொருளில் ஒரு வகை மின்சார அணுக்களின் தொகை மிகுந்தும், மற்றொரு வகை மின்சார அணுக்களின் தொகை முன்போலும் இருக்கின்றன. ஆதலால் அப்பொருளினுடைய மின்சாரச் சமநிலையும் கெட்டுவிடுகிறது. அப்பொருளில் ஒரு வகை மின்சாரம் முனைந்து நிற்கிறது. இவ்வாறு தேய்ப்புறும்போது, பொருளினுடைய மின்சாரச் சமநிலை கெட்டு, அதிலே ஒருவகை மின்சாரம் மிகுந்து காண்பதால், அந்தப் பொருள் அந்த வகை மின்சாரம் ஏறியபொருளாகிறது.

கடத்தும் பொருள்களும், கடத்தாப் பொருள்களும்

இயற்கையிலே, இரண்டு பொருள்களை ஒன்றோடொன்று தேய்த்தால், அப்பொருள்கள் இரண்டிலும் மின்சாரம் தோன்றுகிறது; அவை இரண்டும் மின்சார ஏற்றம் பெறுகின்றன என்றோம். ஆனால் முக்கால்வாசிப் பொருள்களிலே அம் மின்சாரம் தங்கி நிற்பதில்லை. சல்லடையில் ஏந்திய நீரைப்போலவும், 'புல்லர்க்கு நல்லோர் சொன்னபொருளைப்'போலவும், தங்காது மின்சாரம் ஒழுகிப்போகிறது. அப்பேர்ப்பட்ட பொருள்கள் மின்சாரத்தைக் கடத்திவிடுகின்றன. அவற்றுக்குக் கடத்தும் பொருள்கள், அல்லது கடத்திகள், என்று பெயரிடப்பட்டிருக்கிறது. அம்பர்போன்ற சிற்சில பொருள்கள் மின்சாரத்தைத் துரிதமாகக் கடத்தும் வன்மையற்றன. அவற்றிலே ஏறிய மின்சாரம் உடனே அப்புறம் செல்வதில்லை; வெகுநேரம்வரை அவற்றின் மேற்பரப்பிலே தங்கி நிற்கிறது; மிகவும் மெதுவாகவே அவற்றை விட்டு வெளியே ஒழுகிச் செல்லுகிறது. அப்பேர்ப்பட்ட பொருள்களைக் கடத்தாப் பொருள்கள் என்று சொல்லலாம்.

எபனைட் கட்டையைத் தேய்த்ததைப் போலவே, பித்தளைக் கட்டையைக் கம்பளியால் தேய்த்தால், அதிலும் மின்சாரம் தோன்றும். ஆனால், மின்சாரம் அதிலே தங்கி நிற்காமல், நமது கை வழியாய் ஒழுகிப் போய்விடும். அதில் மின்சாரம் தங்க வேண்டுமானால், அதற்கு எபனைட்டினால் ஒரு பிடிபோட்டு, அந்தப் பிடியைக் கையில் பிடித்துக் கொண்டு, பிறகு பித்தளைக் கட்டையைக் கம்பளியால் தேய்த்

தால், பித்தளையில் தோன்றிய மின்சாரம் வெளியேற வழியில்லாமல் அதிலேயே தங்கி நிற்கும்.

இப்படியாக மின்சாரத்தைக் கடத்தாமலும், அது தோன்றியுள்ள பொருளைவிட்டு அது ஒழுகி ஓடிவிடாமலும் காப்பாற்றும் குணமுள்ள பொருள்களைக் காப்பான்கள் என்று சொல்லலாம்.

நல்ல கடத்திகள்

உலோகங்கள், கரி, நீர், பிராணிகளின் உடல், சுவாலை.

நடுத்தரக் கடத்திகள்

பஞ்சு, மரம், கல், காகிதம், வைக்கோல்.

காப்பான்கள்

பீங்கான், கண்ணாடி, கம்பளி, பட்டு, பிசின் (ரோசனம்), கந்தகம், அரக்கு, எபனைட், வல்கனைட், மெழுகு, உரோமம், எண்ணெய், ரப்பர், உலர்ந்த காற்று, உலர்ந்த வாயுக்கள்.

மின்சாரம் இறங்குதல்

நாம் மாடியை விட்டுக் கீழே இறங்கவேண்டி யிருந்தால், இரண்டு விதமாக இறங்கலாம். மெதுவாகப் படிப்படியாக இறங்கி வரலாம். அல்லது உயர இருந்து கீழே தொப்பென்று குதிக்கலாம். படிப்படியாக இறங்கினால் ஓசைப்படாது; நாமும் பூமியில் பத்திரமாக வந்து சேருவோம். தொப்பென்று குதித்தால் ஓசைப்படும். இதைப் போலவேதான் மின்சார விஷயத்திலும்.

மின்சாரம் ஏறிய பொருளை உலோகக் கம்பிபோன்ற கடத்தும் பொருளினால் பூமியோடு பிணைத்தால், நாம் படிப்

படியாக இறங்குவது போலவோ, அல்லது வழுக்குப் பலகையின் வழி இலேசாய் வழுக்கி இறங்குவது போலவோ, அதிலுள்ள மின்சாரம் நழுவி, இறங்கிப் பூமியை வந்து அடைந்துவிடும்.

அப்படிப் பிணைக்காமல், கடத்தும் பொருள் ஏதாவது ஒன்றை அதன் அண்டையில் கொண்டு வந்தால், அப்பொழுது மின்சாரம் இடையிலே உள்ள காற்றைத் தள்ளிக் கொண்டு, அண்டையில் கொண்டு வரப்பட்ட பொருளின் மீது தாவிக் குதிக்கும். அப்பொழுது சூடு உண்டாகும்; ஓசையும் உண்டாகும். இரண்டுக்கும் இடையே சுடரும் பொறி படீரென்று தெறிக்கும்.

ஓர் எச்சரிக்கை

மின்சார ஏற்றத்தைப் பற்றிய சோதனைகளைச் செய்து பார்க்கும்போது, நாம் உபயோகிக்கும் கருவிகள் எல்லாம் ஈரமில்லாமல் இருப்பது அவசியம். அவை நன்றாக உலர்ந்திராவிட்டால், அவற்றின் மேற்புறத்திலுள்ள ஈரத்தின் வழி, மின்சாரமானது தப்பி ஓடி, அவற்றை விட்டு வெளியேறிவிடும். சோதனைகளை நிகழ்த்துமுன், கருவிகளை எல்லாம் நன்றாக வெயிலில் காய வைத்து உபயோகித்தால், சோதனைகளில் தவறு ஏற்படாது.

எபனைட் சீப்பினால் தலையை வாரிக் கொள்ளும்போது தலை மயிர் உலர்ந்திருந்தால் அது படியாமலிருப்பதும், தலை மயிர் ஈரமாயிருந்தால் அது படிவதும் இக்காரணத்தால் தான். உலர்ந்த தலைமயிரைச் சீப்பினால் வாரும்போது, ஒவ்வொரு மயிரிலும் ஒரே வகையான மின்சாரம் ஏறுவதால், மயிர் ஒன்றையொன்று தள்ளிக்கொண்டு, ஒன்றோடொன்று

ஒட்டாமல், ஒதுங்கி நிற்க முயலுகிறது. அதனுல்தான் தலைமயிர் படிவதில்லை. சாமான நிலையில் மின்சாரம் ஒழுகிப் போய் விடுகிறது; தலைமயிர் படிகிறது.

மின்சாரம் ஏற்றுதல்

காந்தத்துக்கும் மின்சாரத்துக்கும் இன்னுமொரு காரியத்திலும் ஒற்றுமை காணப்படுகிறது. காந்தப் பண்பற்ற பிறபொருள்களைக் காந்தத்தினல் தொட்டால், அப்பொருள்களும் காந்தத்தைப்போல் கடிக்கின்றன என்றும், சில பொருள்களிலே அக்காந்தப் பண்பு நிலைத்துத் தங்குகிறது என்றும், சிலவற்றிலே அப்பண்பு நிலைத்து நிற்காமல் தாற்காலிகமாக இருக்கிறது என்றும் பார்த்தோம். இதைப் போலவே மின்சார விஷயத்திலும் நடக்கிறது. மின்சாரம் ஏறிய பொருள்களும் பிறபொருள்களில் மின்சாரத்தை ஏற்றித் தம்மைப்போல் கடிக்கச் செய்கின்றன.

தீண்டு மின்சாரம்

கடைச்சிக்காய்க் கருவியின் அண்டையில் மின்சாரம் ஏறிய கோல் ஒன்றைக் கொண்டுவந்தால், அந்தக் கடைச்சி கவரப்பட்டுக் கோலில் வந்து ஒட்டிக்கொள்ளுகிறது; பிறகு அதைவிட்டு அகன்று போகிறது என்று பார்த்தோம். அது வந்து ஒட்டிக்கொள்வதற்குக் காரணம் மின்சாரத்தின் கவர்ச்சி.

அது விலகிப் போவதற்குக் காரணம் என்ன?

தானுக இயங்கமுடியாத பொருள் ஒன்று ஓர் இடத்திலிருந்து விலகி, மற்றோர் இடத்துக்குப் போகுமானல், இரண்டில் ஒன்று அதற்குக் காரணமாயிருக்கும். ஏதாவது ஒரு பொருளினல் அது கவரப்பட வேண்டும்; அல்லது

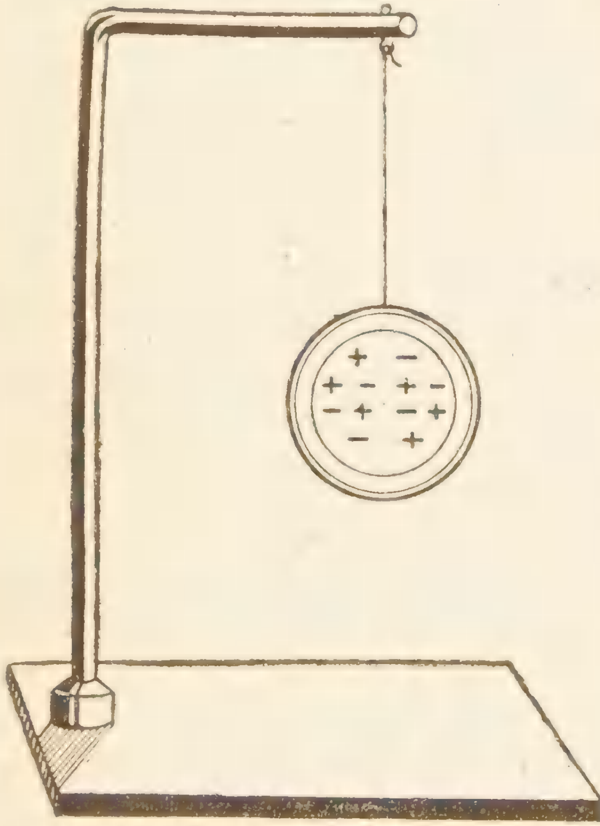
ஏதாவது ஒரு பொருளினால் அது தள்ளப்படவேண்டும். நாம் செய்த சோதனையில், அதைத் தன் பக்கமாகக் கவருவதற்குரிய வேறொரு பொருளும் அதன் அண்டையில் இல்லை. ஆதலால் அரக்குக் கோலினால் அது தள்ளப்படுவதால்தான் அது விலகிப் போக வேண்டும். முதலில் அதைக் கவர்ந்த அரக்குக்கோல் பிற்பாடு அதைத் தள்ளுவானேன்?

இரண்டு பொருள்கள் ஒரே வகையான மின்சாரத்தைப் பெற்றிருக்குமானால், அவை, ஒன்றையொன்று தள்ளி, விலகிப்போகும் என்று பார்த்தோம். ஆகையால் தேய்ப்புற்ற அரக்குக் கோலும் பொன்-தகடு பொதிந்த கடைச்சிக்காயும் விலகிப்போவதற்குக் காரணம் அவ்விரண்டிலும் ஒரே வகையான மின்சாரம் இருப்பதேயாகும். மின்சாரம் அற்றிருந்த கடைச்சிக்கு மின்சாரம் எங்கிருந்து வந்தது? எங்கிருந்து அது வந்திருக்க முடியும்? எப்படி அது வந்திருக்க முடியும்?

இவற்றை ஆலோசித்துப் பார்த்தால், மின்சாரம் ஏறிய அரக்குக் கோலினின்றுதான் கடைச்சிக்கு மின்சாரம் வந்திருக்க முடியும் என்பதும், அந்தக் கோலைத் தீண்டிய காரணத்தால்தான் வந்திருக்க முடியும் என்பதும் தெரியவரும். ஆகவே, மின்சாரம் ஏறிய பொருளை மின்சார ஏற்றம் அற்ற பிற பொருள் ஒன்று தொடுமானால், அதுவும் மின்சார ஏற்றத்தைப் பெறும் என்பது தெளிவு. மேலும், மின்சாரம் ஏறிய பொருள் ஒன்று மற்றொன்றைத் தீண்டிய போது, தீண்டும் பொருளில் எந்த வகை மின்சாரம் இருக்கிறதோ அதே வகை மின்சாரம்தான் தீண்டப்படும் பொருளிலும் ஏறும். ஆதலால் அரக்குக் கோலினால் தீண்டப்பட்ட கடைச்சியிலே ஏறும் மின்சாரம் எதிர் மின்சாரம்.

கடைச்சி கவரப்படுவது எப்படி?

ஒன்றுக்கொன்று மாறான மின்சாரங்களைப் பெற்ற பொருள்கள் ஒன்றையொன்று கவர்கின்றன; நேர் மின் சாரம் ஏறிய பொருள் எதிர் மின்சாரம் ஏறிய பொருளை யும், எதிர் மின்சாரம் ஏறியபொருள் நேர் மின்சாரம் ஏறிய பொருளையும் கவர்கின்றன. இதுதான் மின்சாரத்தின் இயல்பு என்றோம். மேலும், மின்சாரம் ஏறிய பொருளைக் காகிதத் துண்டுகளின் அண்டையிலேனும் கடைச்சிக் காயின் அண்டையிலேனும் கொண்டு போனால், அக்கோலானது அந்தக் காகிதத்தை யோ கடைச்சிக் காயையோ கவர்கிறது என்றும் சொன்னோம். இது நிகழ்வது எப்படி?



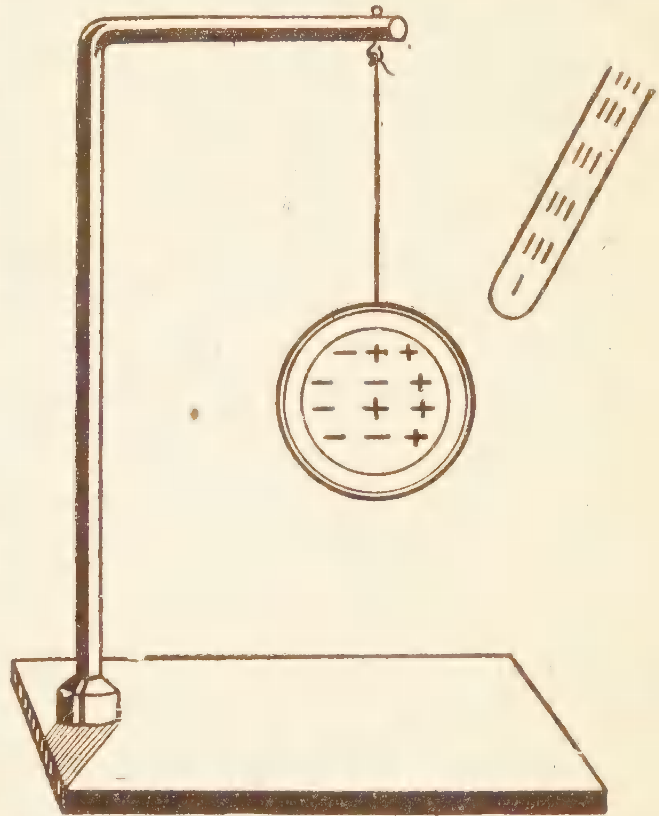
74. கடைச்சிக்காயில் சாதாரணமாய் மின்சார அணுக்கள் இருக்கும் நிலைமை

அரக்குக்கோலிலே ஏறிய மின்சாரம் எதிர் மின்சாரம் ஆயிற்றே? காகிதத் துண்டுகளும் கடைச்சிக்காயும் யாதொருவகை மின்சாரமும் ஏறாத பொருள்கள் ஆயினவே? அவற்றிலே நேர் மின்சாரம் ஏறியிருந்தால் அல்லவோ, அவற்றை எதிர் மின்சாரம் ஏறிய அரக்குக் கோல் கவரக்கூடும்?

ஒவ்வொரு பொருளிலும் நேர் மின்சாரம் எதிர் மின் சாரம் ஆகிய இரண்டு வகை மின்சாரங்களும் கலந்து

கிடக்கின்றன. இயற்கையில், அவ்விரண்டு வகை மின்சாரங்களும் உலகத்திலுள்ள ஒவ்வொரு பொருளிலும், ஒன்றுக்கொன்று சமமான அளவிலேயே, காணப்படுகின்றன.

பொருள் முழுவதிலும் அவை நிரம்பிக் கைகோத்துக் கொண்டு, ஜோடி ஜோடியாய், இருக்கின்றன. ஆகையால் ஒருவகை மின்சாரமும் சாமானியப் பொருளில் மிகுந்துதோன்றுவதில்லை. இதுதான் பொருள்களின் அமைப்பு. கடைச்சிக் காயின் அமைப்பும் இப்படியே.

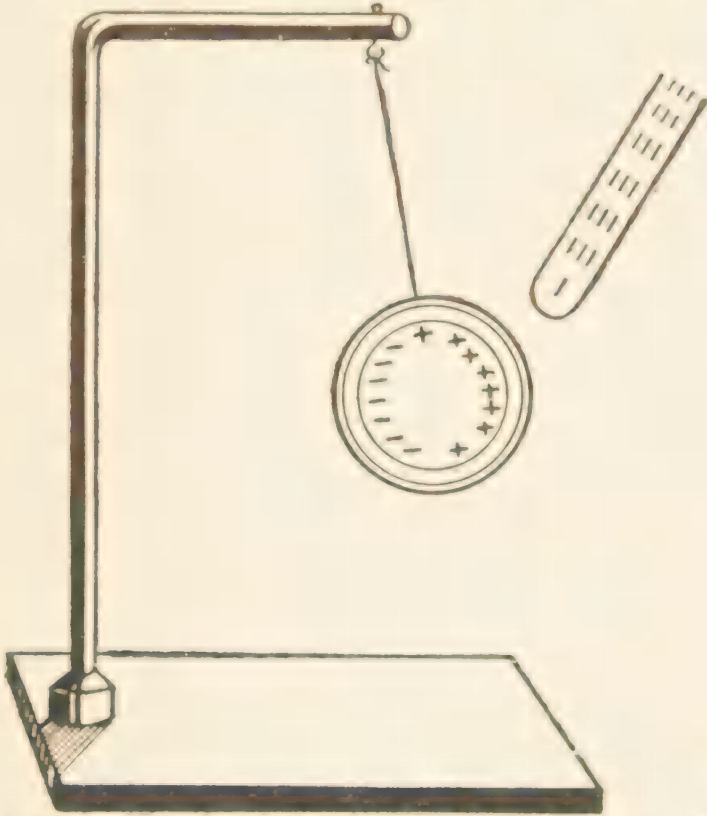


75. கடைச்சியின் அண்டையில் எதிர் மின்சாரம் ஏறிய அரக்குக் கோல் வந்ததும் கடைச்சியின் அணுக்களின் அமைப்பு மாறுதல்

இப்படி அமைந்து, சமமான பொது நிலையிலுள்ள கடைச்சிக்காயின் ஒரு புறத்திலே எதிர் மின்சாரம் ஏறிய அரக்குக்கோல் கொண்டுவரப்பட்டால் என்ன நடக்கிறது? அரக்குக் கோலில் அதிகரித்துள்ள எதிர் மின்சாரமானது அதிகார தோரணையோடு கடைச்சியிலுள்ள நேர் மின்சாரத்தை அழைக்கிறது. அழைத்ததும், நேர் மின்சாரம் தன்னோடு கைகோத்துக் கொண்டிருந்த எதிர் மின்சாரத்தின் பிடியை உதறிவிட்டு, அழைக்கும் அரக்குக் கோலின் பக்கமாகப் போகிறது. தன் இனத்தின்மீது பற்றில்லாத எதிர் மின்சாரமும், வெறுப்புற்றதுபோல், அரக்குக் கோலை விட்டு எவ்வளவு

தூரம் ஒதுங்கிப் போகலாமோ அவ்வளவு தூரம் ஒதுங்கிப் போகிறது.

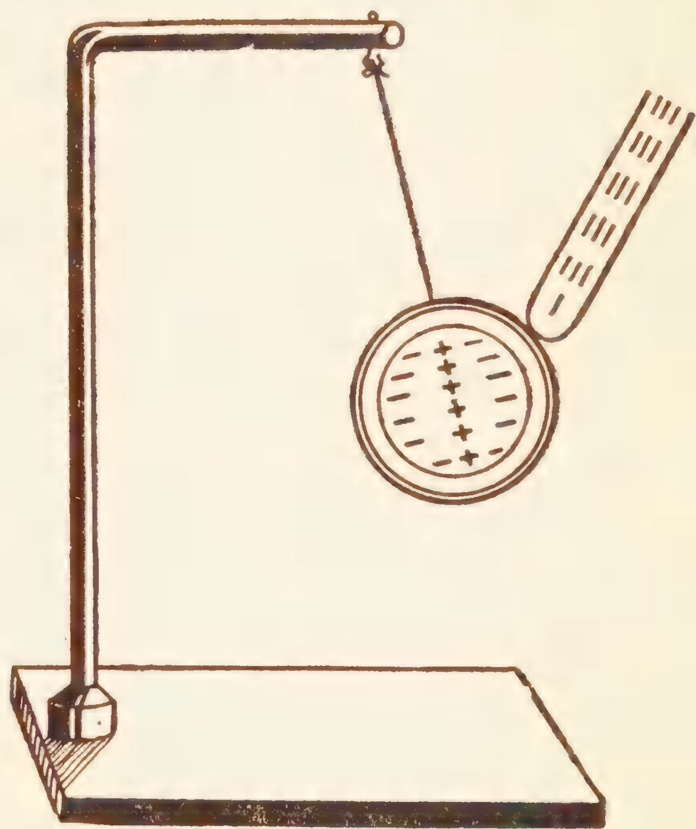
இவ்வாறு ஒன்றை ஒன்று நெருங்கிய எதிர் மின்சாரமும் நேர் மின்சாரமும் ஒன்றையொன்று கவர்கின்றன. ஆதலால்தான் கடைச்சி, தான் தொங்கிய இடத்தைவிட்டு ஓடி, அரக்குக்கோலில் போய் ஒட்டிக் கொள்ளுகிறது. ஒட்டிக் கொண்டதும், அரக்குக் கோலானது தன்னிடத்தில் மிருந்துள்ள எதிர் மின்சாரத்தைத் தன்னை வந்து அடைந்த கடைச்சிக்கும் சிறிதளவு பகிர்ந்து கொடுக்கிறது. அதனால் அரக்குக் கோலின் மின்சாரச் செல்வம் குறைகிறது. தான் பெறக்கூடிய மின்சாரச் செல்வம் அனைத்தையும் பெற்ற கடைச்சி பிறகு அரக்குக் கோலை விட்டு விலகிப் போகிறது. தம்மை ஆதரித்தோரிடம் பெறக்கூடியவற்றையெல்லாம் பெற்று, மேலொன்றும் பெற முடியாத நிலைமையில் நீங்கும் நன்றி யற்றவர்களைப்போல் அல்லவோ தோன்றுகிறது கடைச்சியின் நடத்தை! இதற்குக் கடைச்சி என்ற பெயர் வாய்த்தது சரிதானே?



76. அரக்குக்கோல் இன்னும் நெருங்கும்போது கடைச்சியின் அணுக்கள் இன்னும் மாறுபடுதல்

கண்ணாடிக்கோலும் காகிதத் துண்டும்

பட்டுத் துணியால் தேய்ப்புண்ட கண்ணாடிக் கோலும் காகிதத் துண்டுகளைக் கவரும். அப்போதும், மேற் கூறியமாதிரியான நிகழ்ச்சிதான் நடைபெறுகிறது. கண்ணாடிக் கோலில் நேர் மின்சாரம் ஏறுகிறது. அந்தக்கோலைக் காகிதத் துண்டின் அண்டையிலே கொண்டுவந்தால், அந்தக்கண்ணாடிக்கோலினால் கவரப்பட்ட எதிர் மின்சாரமானது காகிதத்தின் மேற்புறத்திலே திரளுகிறது. கோலினால் விலக்கப்பட்ட நேர்மின் சாரமானது காகிதத்தின் அடிப்புறமாக ஒதுக்கப்பட்டு, அங்கிருந்து பூமியிற்போய்க் கலந்துவிடுகிறது. இப்போது காகிதத்தில் எஞ்சியது எதிர் மின்சாரம் மட்டிலுந்தான். இந்த எதிர் மின்சாரமும், கண்ணாடிக் கோலிலுள்ள நேர் மின்சாரமும் ஒன்றை யொன்று கவர்தலால், காகிதம் கீழிருந்து குதித்தோடி, கண்ணாடிக் கோலில் ஒட்டிக் கொள்ளுகிறது.



77. கடைச்சி அரக்குக் கோலில் ஒட்டிக் கொள்ளுதல்

தூண்டு மின்சாரம்

மின்சாரம் ஏறிய பொருள் ஒன்று மின்சார மற்ற பொருளின் அண்டையில் வந்தால், மின்சார மற்ற பொரு

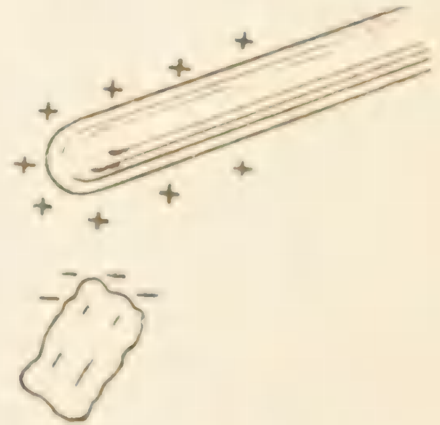
ளிற் கலந்துகிடந்த, இருவகைப்பட்ட மின்சாரமும் அதனால் தாண்டப்பட்டு, வேறாகி, இந்தக் கோடியில் ஒன்றும், அந்தக் கோடியில் ஒன்றுமாகப் பிரிந்துபோகின்றன. இந்த நிகழ்ச்சியை ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டு, மின்சாரம் ஏற்றும் வழி வேறொன்றைக் கண்டு பிடித்தார்கள். இந்த முறையை ஒரு கருவியின் உதவியால் விளக்குவது எளிது. இந்தக் கருவியிலே அம்மிக்குழவி வடிவமுள்ள நீண்ட பித்தளைச் சாமான் ஒன்றைக் கண்ணாடிக் காலின் மேல் படுக்கவைத்திருக்கும்.





78. கண்ணாடிக் கோலைக் காகிதத் துண்டின் அண்டையில் கொண்டு வருதல்

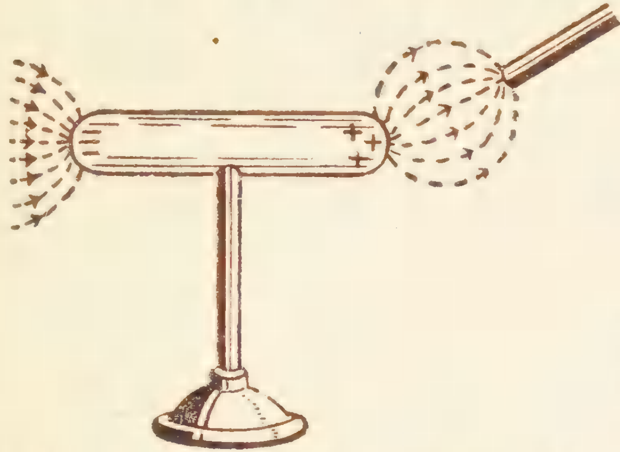
இதன் வலப்புறமாக மின்சாரம் ஏறிய அரக்குக் கோலைக் கொண்டுவந்தால், குழவியின் வலப்புறத்திலே எதிர் மின்சாரம் வந்து திரளும்: குழவியின் இடப்புறத்திலே நேர் மின்சாரம் போய் ஒதுங்கும். ஓடி விடுவதற்கும் அது தயார், ஓட வழியிருந்தால். ஆனால் ஓடிப்போவதற்கு மார்க்கமில்லை.



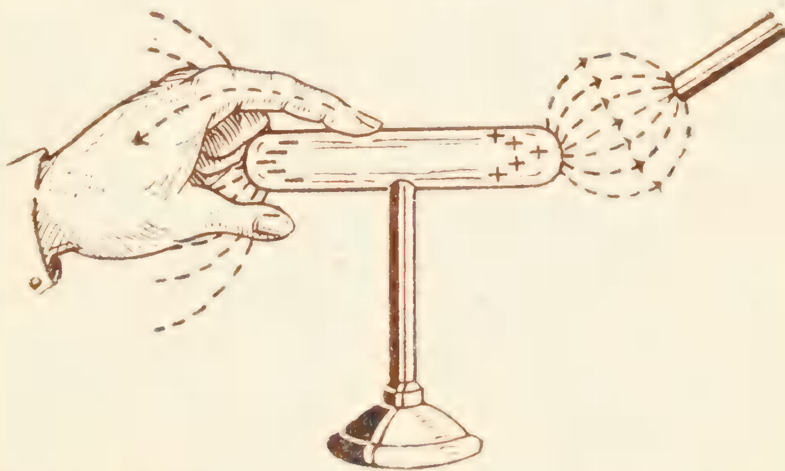
79. கண்ணாடிக் கோலினால் காகிதத்துண்டு கவரப்படுதல்

இப்பொழுது, அரக்குக் கோலைத் தள்ளி எடுத்துக் கொண்டு போய்விட்டால், பித்தளைக் குழவி பழைய நிலைக்கு வந்துவிடும் — ஒன்றும் நடவாததுபோல்.

ஆனால், அரக்குக் கோலை அதன் அண்டையிலே வைத்துக்கொண்டு, அதன் இடப் புறத்தை விரலால் தொட்டால் போதும்,—ஒரு கணநேரம்கூட வேண்டியதில்லை. அப்பொழுது இடப் புறத்திலே மனம் கசந்ததுபோல் ஒதுங்கிக் கிடந்த எதிர் மின்சாரமானது மடை திறந்த வெள்ளம்போல் வெளியே ஓடிப் பூமியோடு பூமியாய் மறைந்துபோகும். நேர் மின்சாரம் மட்டிலும் பித்தளைக் குழவியின் வலப் புறத்திலேயே தங்கிநிற்கும். இதன்பிறகு, அரக்குக்கோலைத் தூர எடுத்துக்கொண்டு போனால், பித்தளைக் குழவியில்



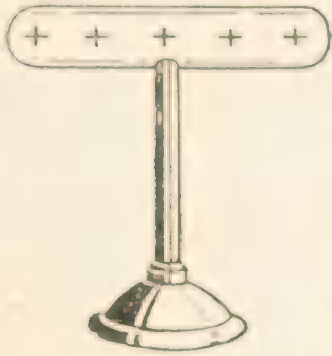
80. அம்மிக் குழவி வடிவமுள்ள கருவியின்வலப்புறமாக அரக்குக் கோலைக் கொண்டு வருதல்



81. கருவியின் இடப்புறத்தைக் கைவிரலால் தொடுதல்

ஓரிடத்தில் திரண்டு குவிந்திருந்த நேர் மின்சாரமானது அங்கேயே தங்கி நின்றுகொண்டிராது. எதிர் மின்சாரம் வெளியேறியதால் காலியாய்க் கிடக்கும் மற்ற இடங்களிலும் அது சென்று, குழவி முழுவதிலும் பரவி விடும். மின்சாரம் ஏற்றும் இரண்டாவது முறை இதுதான்.

இதிலே கவனிக்க வேண்டிய விஷயங்கள் இரண்டு. ஒன்று: மின்சாரம் ஏற்றும் பொருளில், அதாவது மின்சாரத்தைத் தூண்டும் பொருளில், எந்த வகை மின்சாரம் இருக்கிறதோ அதற்கு மாறான வகை மின்சாரம்தான் மின்சாரம் தூண்டப்படும் பொருளில் ஏறும். அரக்குக் கோலில் உள்ளது எதிர் மின்சார ஏற்றம்: ஆதலால் பித்தளைக் குழவியில் தூண்டப் பட்டு, ஏறியது நேர் மின்சாரம். இரண்டு: இப்படி வேறொரு பொருளில் மின்சாரம் ஏறும்போது, மின்சாரம் ஏற்றும் பொருளானது தன்னிலை கெடாமலும், தன்னுடைய மின்சாரச் செல்வம் குறையாமலும், தானிருந்த பழைய நிலையிலேயே இருக்கும். பித்தளைக் குழவியில் மின்சாரம் ஏறியபோதிலும், அரக்குக் கோலில் மின்சாரம் குறைவதில்லை. கடைச்சியைத் தூண்டிய கண்ணாடிக் கோல், தன்னுடைய செல்வத்தைக் கடைச்சிக்கும் பகிர்ந்து கொடுத்து, தன்னிடத்திலுள்ள மின்சாரத்தைச் சிறிது இழந்ததுபோல் இந்த முறையில் நேரிடுவதில்லை.

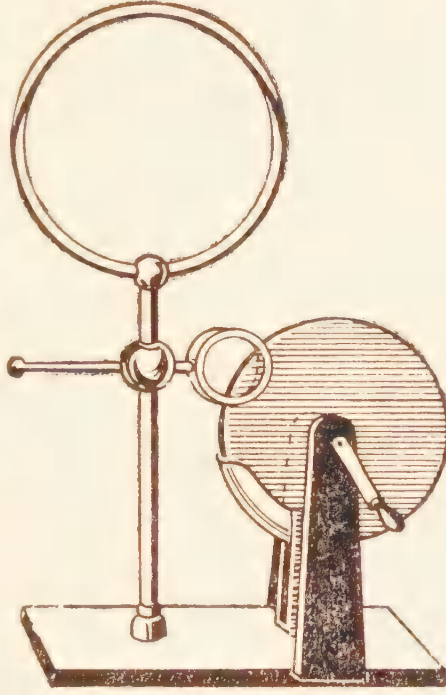


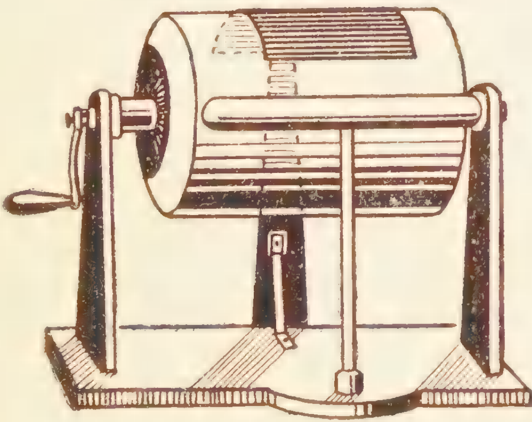
82. கருவியிலே நேர் மின்சாரம் எஞ்சி நிற்றல்

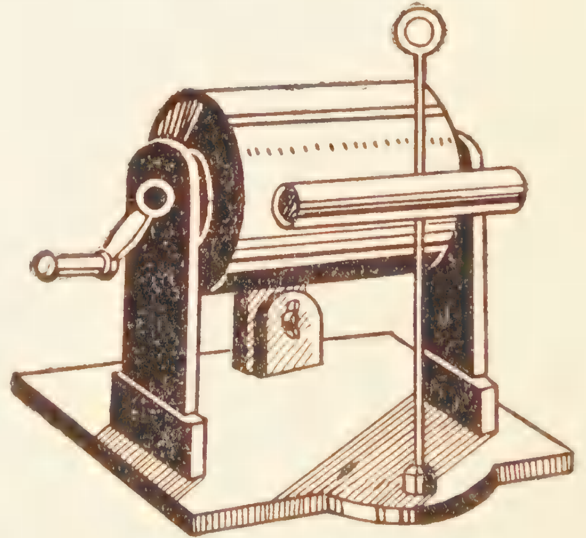

83. வறுக்கும் அடுப்பு

7. மின்சாரத்தை இயற்றும் சில கருவிகள்

மிகப் பழங்காலத்தில் விளையாட்டுக் காட்டுவதற்காக, அம்பரை மயிர் செறிந்த ஏதாவதொரு தோலினுல்தேய்த்து







84, 85, 86. பழங்காலத்தில் அமைத்த மின்சாரத்தை இயற்றும் எந்திரங்கள்

மின்சாரத்தை இயற்றி வந்தார்கள். பிற்காலத்தில் அரக்கையேனும், வல்க்கனேட்டையேனும் கம்பளியைக் கொண்டு

கையினால் தேய்த்தும், கண்ணாடியைப் பட்டுத் துணியைக் கொண்டு கையினால் தேய்த்தும் சோதனைகளுக்கு வேண்டிய மின்சாரத்தை இயற்றிவந்தார்கள். இம்மாதிரியான முறையால் மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதற்கு எடுத்துக்கொள்ளும் முயற்சி அதிகம்; கிடைக்கும் மின்சாரத்தின் அளவு குறைவு.

ஆதலால், கை நோவத் தேய்ப்பதற்குப் பதிலாக, ஏதாவது ஒரு நல்ல எந்திரத்தை அமைத்து, அதைச் சுழலச் செய்து, அதன் மூலமாக இத்தேய்ப்பு நடைபெறும்படி அமைத்தால், சௌகரியமாக இருக்கும் என்று எண்ணி, விஞ்ஞானிகள் அதற்கேற்ற எந்திரங்களை அமைக்க முயன்றார்கள். ஒட்டோ வான் கெரிக்கே என்பவர் அமைத்த எந்திரத்தில் கந்தக உருண்டை ஒன்று வைக்கப்பட்டிருந்தது. அதை எந்திரத்தினால் சுழலச் செய்து, அது சுழலும்போது அதன்மீது கையினால் அழுத்திப் பிடித்தால், கந்தக உருண்டையிலே மின்சாரம் தோன்றும். ஹாக்ஸ்பி என்பவர் வேறொரு விதமான எந்திரம் அமைத்தார். அதிலே கண்ணாடி உருண்டை ஒன்றைச் சக்கரத்தினால் சுழலச் செய்து, அதன் மூலம் மின்சாரத்தை உண்டாக்கினார். இதிலும் சுழலும் உருண்டையின்மேல் கையினாலேதான் அழுத்திப் பிடிக்கவேண்டும். வாட்ஸன் என்பவர் செய்த எந்திரத்தில் அநேகம் கண்ணாடி உருண்டைகள் வைக்கப்பட்டிருந்தன. அவற்றின்



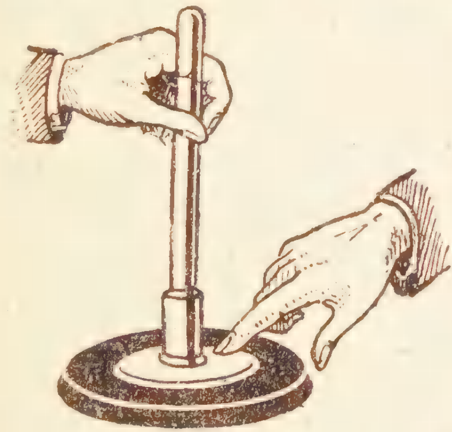
87. கெரிக்கே

மீது கையை அழுத்திப் பிடிக்க வேண்டியதில்லை. இரண்டு கை படைத்த மனிதன் அத்தனை உருண்டைகளின் மீதும் அழுத்திப் பிடிக்கக் கைகளுக்கு எங்கே போவது? அவர் செய்த எந்திரத்திலே கண்ணாடி உருண்டைகளின்மீது உராயும்படியாகத் தோலினால் செய்த கருவிகள் அமைக்கப் பட்டிருந்தன. ஆக்ஸிஜன் என்னும் வாயுவை ஒட்டிய சோதனைகளை நடத்தி, உலகப் பிரசித்திபெற்ற ப்ரீஸ்ட்லி என்னும் நிபுணர் இன்னும் ஒரு வகையான எந்திரத்தை அமைத்தார். இவ்வகைக்கருவிகளை மின் இயற்றிகள் என்று சொல்லலாம்.



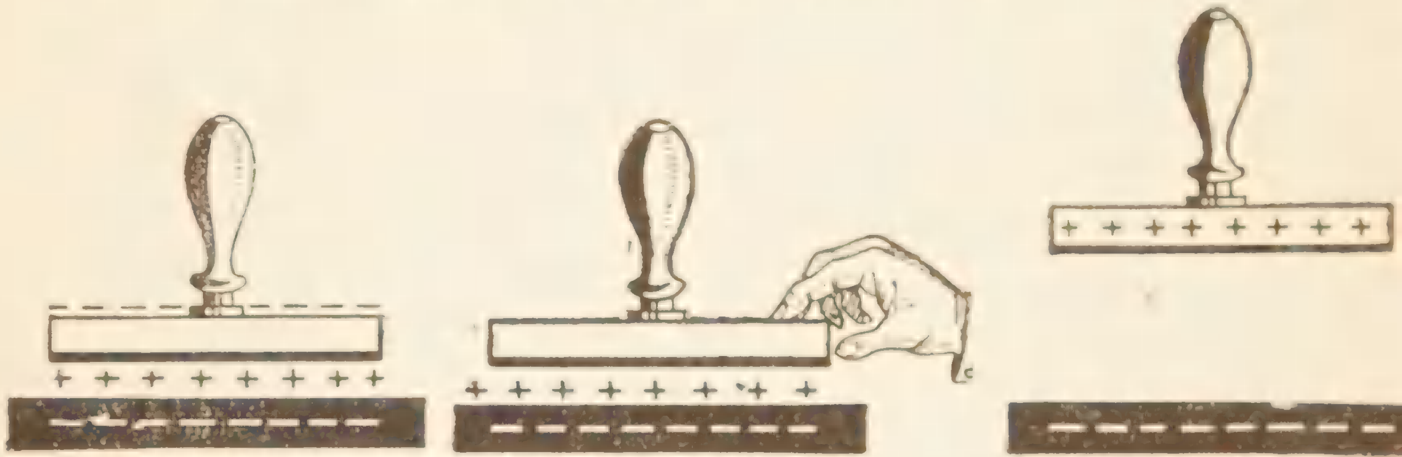
88 எலெக்ட்ராபரஸ்

இவ்வாறு கந்தகத்திலேனும், கண்ணாடியிலேனும் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரத்தை வேறொரு கருவியில், அவ்வப்போது, ஏறும்படி செய்து வந்தார்கள். கண்ணாடியில் உண்டாக்கப் படுவது நேர்மின் சாரம் அல்லவா? ஆகையால் கண்ணாடி உருண்டை அமையப் பெற்ற எந்திரத்தினின்றும் கிடைப்பது நேர் மின்சாரமாகத்தான் இருக்கும். இவ்வாறு கிடைத்த நேர் மின்சாரத்தைக்கொண்டு, தூண்டு முறையினால், எதிர் மின்சாரத்தை இயற்றிவந்தார்கள். இவ்வாறு மின்சாரத்தைத் தூண்டுவதற்கென்று அமைத்த கருவிகளுள் எலெக்ட்ராபரஸ் என்பது ஒன்று. அதை மின் தூண்டி என்று சொல்லலாம். அதன் அமைப்பும் அது வேலை செய்யும் முறையும் வருமாறு:



89. எலெட்ராபரஸ்வின் மேற்புறமுள்ள தட்டைக் கையினால் தொடுதல்

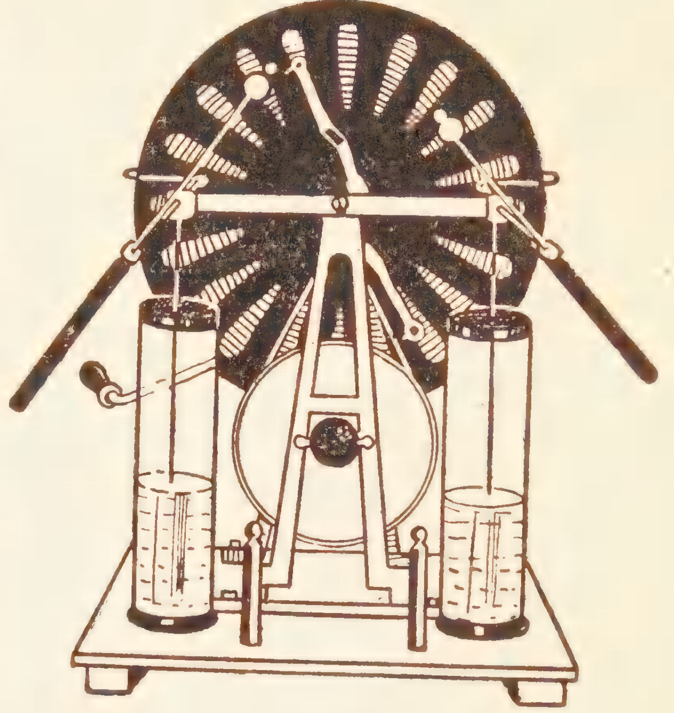
அதிலே ஓர் எபனைட் தகடும், கண்ணாடிக் கைப்பிடி போட்ட சுரசுரப்பான பித்தளைத் தட்டு ஒன்றும் உண்டு. கீழே காட்டப்பட்டிருப்பது எபனைட் தகடு. அதன் மேற்புறத்தைக் கம்பளியால் தேய்த்தால், அதிலே எதிர்மின்சாரம் தோன்றும். அந்தத் தகட்டின் மேலே சுரசுரப்பாயுள்ள பித்தளைத் தட்டை வைத்தால் பித்தளைத் தட்டானது எபனைட் தகட்டோடு முற்றிலும் படிந்து பொருந்தாது ; சிற்சில இடங்களில்தான் அவை ஒன்றையொன்று



90, 91, 92. எலெக்ட்ராபரஸ்ஸின் தத்துவத்தை விளக்கும் படங்கள்

தொடும். ஆகையால் அந்தப் பித்தளைத் தட்டின் அடிப்புறத்திலே நேர்மின்சாரம் திரளும்; அதன் மேற்புறத்திலே எதிர் மின்சாரம் ஒதுங்கும். இப்போது நமது கைவிரலால் பித்தளைத் தட்டின் மேற் புறத்தைத் தொட்டால், அம் மேற்புறத்தே ஒதுங்கிய எதிர் மின்சாரம், தொடும் விரலின் வழியாய், உடலிற் பாய்ந்து, கால்வழியாய் இறங்கி, பூமியைப் போய் அடைந்துவிடும். பித்தளைத் தட்டில் நேர்மின்சாரம் மட்டும் தங்கி நிற்கும். காப்பானாகிய கண்ணாடிப் பிடியைக் கொண்டு மேலுள்ள தட்டைத் தூக்கினால், அத்தட்டு நேர் மின்சாரம் உடையதாக இருக்கும்.

விம்ஸ்ஹர்ஸ்ட் அமைத்த கருவி மற்ருென்று. இதற்கு விம்ஸ்ஹர்ஸ்ட் எந்திரம் என்று பெயரிட்டிருக்கிருர்கள். இதிலே உள்ள இரண்டு பெரிய கண்ணுடிச் சக்கரங்களில் ஒன்று ஒருபுறமாகவும், மற்ருென்று எதிர்ப்புறமாகவும் சுழன்று உராய்வதால், மின்சாரம் உண்டாகிறது. இதிலே உள்ள இரண்டு குமிழ்களிலே மின்சாரம் போய்ச் சேர்கிறது. ஒரு குமிழில் நேர்மின்சாரமும், மற்ருென்றில் எதிர் மின்சாரமும் ஏறும்படியாக இந்த எந்திரம் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.



93. விம்ஸ்ஹர்ஸ்ட் மின்சார எந்திரம்

தற்காலத்திலே மிகப் பெரியதான எந்திரம் ஒன்றை அமைத்திருக்கிருர்கள். இதற்கு வான் டி க்ராப் எந்திரம் என்று பெயர். இதன் மூலமாக மிகவும் அதிகமான மின்சாரச் செறிவை உண்டாக்க முடியும்.



94. சமைத்த பதார்த்தங்களைச் சூடாக வைக்கும் அடுப்பு

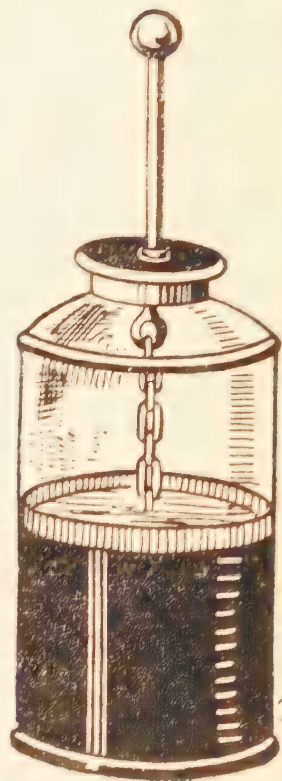
8. மின்சாரப் பாத்திரங்கள்

இவ்வகையான எந்திரங்களினால் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரத்தைச் சேகரித்துச் சேமித்து வைத்தால் அல்லவோ சௌகரிய மாயிருக்கும்? அப்படித் திரட்டாவிட்டால், அன்றாடம் வேலை செய்து சம்பாதித்து, அன்றாட வாழ்வை நடத்தி அல்லற் படுபவர்களுடைய வாழ்க்கையைப்போல் அல்லவோ ஆகிவிடும்? ஆதலால் மின்சாரத்தைச் சேகரித்து வைப்பதற்கென்று சில கருவிகளை அமைத்தார்கள். மின்சாரப் பாத்திரங்கள் என்று இவற்றைச் சொல்லலாம்.

இவ்வகைக் கருவிகளுள் ஒன்றுக்கு லேடன் ஜாடி என்று பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். அதன் கதை வேறு. ஒரு வீட்டின் வாசல் - திண்ணையில் நெல்லையோ மணலையோ கொட்டுகிறோம் என்று வைத்துக்கொள்ளுங்கள். வாசலின் திண்ணை அகலமில்லை. கொஞ்சம் கொட்டினதும் நெல் குவியலாகித் திண்ணையின் விளிம்பு வரையிலும் வருகிறது. அதற்குமேல் நெல்லைக் கொட்டினால், நெல் வெளியே வழிந்து தெருவில் விழுகிறது. ஏதாவதொரு பலகையைத் தெரு ஓரமாகத் திண்ணையிலே வைத்துக் கட்டினால், அது நெல்லை, வெளியே வழியாதபடி, தடுத்துத் தாங்கிக் கொள்ளும். அதே திண்ணையில் நிறைய நெல்லைப் போட முடியும். இதற்கு ஒப்பிடக்கூடிய ஏற்பாடு ஒன்றுதான் இக் கருவியில் அமைந்திருக்கிறது. இதில் வாய் அகன்ற கண்ணாடிச் சீசா ஒன்றின் கீழ்ப்பாதியிலே, உள்ளும் புறமும், வெள்ளீயத் தகடு படிய வைத்திருக்கும். சீசாவின் வாயை மரக்கட்டையினால் மூடியிருக்கும். கட்டையின் வழியே

ஓர் உலோகக் கம்பியை நுழைத்திருக்கும். அக்கம்பியின் மேல் முனை குமிழைப்போல் இருக்கும்; அதன் அடி முனையிலிருந்து ஒரு சிறு சங்கிலி தொங்கி, கண்ணாடிச் சீசாவின் உட்புறத்தில் அடிப்பாகத்திலுள்ள வெள்ளியத் தகட்டைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும். இந்தக் கருவியில் மின்சாரத்தைச் சேமித்து வைக்கலாம்.

இப்படி உண்டாக்கிச் சேகரித்த மின்சாரம் சோதனைகளுக்கு மட்டுமே உபயோகப்பட்டு வந்தது. இம்முறையில் மின்சாரத்தைச் சேகரிப்பது சிரமம். சேகரித்த பிறகு, அதை ஏதாவது கடத்தும் பொருள் ஒன்று தொட்டு விட்டால் போதும், சேகரித்து வைத்த மின்சாரம், தொட்ட கணத்தில், மாய மாய்ப் பாய்ந்தோடிவிடும். சேகரித்து வைத்த மின்சாரத்தை, வேண்டியபடி, சிறுகச் சிறுக, உபயோகிப்பதற்கு வழியில்லை. அதை இயற்றுவது சிரமம், காப்பது சிரமம், இழப்பது எளிது. இந்தத் தன்மைகளினால் அது செல்வத்தை ஒத்துள்ளது.



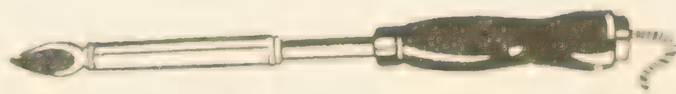
95. லேடன் ஜாடி

இவ்வாறு சோதனைச் சாலைகளில் மட்டும் அடைபட்டு, வாழ்ந்து வந்த மின்சாரத்துக்கு ஒரு நல்ல காலம் பிறந்தது, உயிரற்ற தவளையின் துடிதுடிப்பால். அதன் பிறகு, வேறு முறைப்படி, வேண்டியபோது, வேண்டும் அளவில், மின்சாரத்தை இயற்ற முடிந்தது. இவ்வாறு இயற்றவல்லதான இரசாயன முறை ஒன்றை வோல்ட்டா என்பவர் கண்டுபிடித்தார். அதற்கு முன்னால்

அரும்பாடு பட்டுச் சிறுகச் சிறுகச் சிறு குளத்தில் நீரைத் தேக்கி, வேண்டும்போது கரையை உடைத்துத் தண்ணீரைக் கொள்வதைப் போல், மின்சாரத்தை இயற்றியும், உபயோகித்தும் வந்தார்கள். புதிய முறையைத் தெரிந்துகொண்ட பிறகு, பெரிய ஏரியின் நீரை, மடையைத் திறந்து, வேண்டும் போது, வேண்டிய அளவில், வாய்க்காலின் வழியாக எடுத்து உபயோகிப்பதுபோல, உபயோகிக்க முடிந்தது. அதனால் மின்சாரத்தைச் சோதனைச் சாலையினின்றும் வெளியேறச் செய்யவும், நமக்குப் பயன்படும் செயல்களைச் செய்யும்படி அமைத்துக் கொள்ளவும் முடிந்தது.

பழைய முறைப்படி உண்டாக்கிய மின்சாரத்தை நிலை மின்சாரம் என்றேனும், தேங்கிய மின்சாரம் என்றேனும், சொல்லலாம். புதிய முறைப்படி உண்டாக்கிய மின்சாரத்தை மின்சார ஓட்டம் என்றேனும், ஓடும் மின்சாரம் என்றேனும், சொல்லலாம். இப் புது முறையைப் பின்னர்க் கவனிப்போம்.

இவ்விரண்டு முறைகளால் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரங்கள் வெவ்வேறு என்று சில காலம் நினைத்து வந்தார்கள். பின்புதான் இவ்விரண்டும் ஒரே வகையைச் சேர்ந்தவை என்பது நிரூபிக்கப்பட்டது.



96. மின்சாரப் பற்றுக்கோல்

9. மின்சாரம் ஏறிய நிலையை அறிவது எப்படி?

ஒரு பொருளிலே மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறதா இல்லையா என்பதை அறிவது எப்படி? மின்சாரம் ஏறிய பொருள் காகிதத் துண்டுகளைக் கவரும் என்றோம் அல்லவா? ஆகையால், சோதிக்கவேண்டிய பொருளைக் காகிதத் துண்டுகளின் அண்டையில் கொண்டுவந்தால், அத்துண்டுகள் கவரப்படுமானால், பொருளில் மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறது என்பதும், அத்துண்டுகள் கவரப்படாவிட்டால், பொருளில் மின்சாரம் ஏறவில்லை என்பதும் தெரியும்.

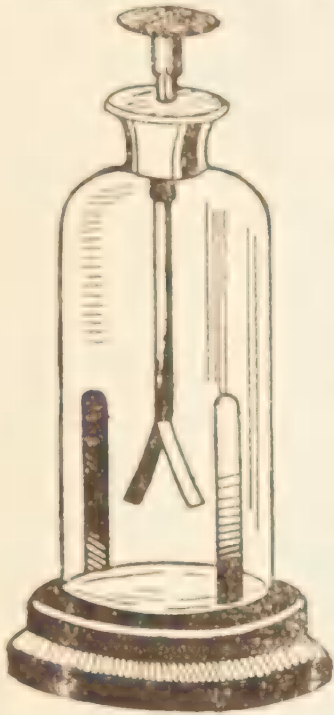
கடைச்சிக்காய் மின்காட்டி

காகிதத் துண்டுகளை உபயோகிப்பதற்குப் பதிலாக, நாம் மேலே சொன்ன கடைச்சிக்காய்க் கருவியை உபயோகிப்பது வழக்கமாயிருந்து வருகிறது. [படம் 69]. கடைச்சிக்காய் கவரப்பட்டால், மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறதென்பதும், அது கவரப்படாவிட்டால், மின்சாரம் ஏறவில்லை என்பதும் தெளிவு.

பொன்-தகட்டு மின்காட்டி

மின்சாரத்தின் விலக்குத் திறனை, அதாவது ஒத்த மின்சாரம் ஏறிய பொருள்கள் ஒன்றையொன்று விலக்குகின்றன என்பதை, ஆதாரமாகக் கொண்ட முறையும் ஒன்று உண்டு. அந்த முறையில் அமைந்ததுதான் பொன்-தகட்டு மின்காட்டி என்னும் கருவி. அதன் அமைப்பு வருமாறு: மேலே வட்ட வடிவமான உலோகத்தட்டு.

அதிலிருந்து கீழ்ப் புறமாகத் தடித்த உலோகக் கம்பி. அக்கம்பியின் அடி முனையிலே, தொங்கும் மிகமெல்லிய பொன்-தகடுகள் இரண்டு. அத்தகடுகள் தாமாகக் காற்றில் அலைவுற்று அசையாதபடி, அவற்றைப் பாதுகாப்பதற்காக, அவற்றைச் சுற்றி ஒரு கண்ணாடிச் சாடி. இதுதான் அதன் அமைப்பு. அந்தச் சாடியின் உட்புறத்திலே அந்தப் பொன்-தகடுகள் ஒன்றோடொன்று உராய்ந்துகொண்டு தொங்கும். அந்தச் சாடியின் கழுத்தின் வழி, அதற்கு வெளியே, உலோகத் தகடு நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். மின்சாரத்தைக் கடத்தாத கந்தகத்தாலேனும், எபனைட்டாலேனும் செய்த மூடியானது அக் கண்ணாடிச் சாடியின் வாயை மூடி இடப்பட்டிருக்கும். அதன் ஊடாகத்தான் உலோகக் கம்பியை நுழைத்திருக்கும். அந்த மூடி உலோகக் கம்பியைத் தாங்கி நிற்பதோடு, அதினின்று மின்சாரம் வெளியேறாதபடியும் அதைக் காப்பிட்டு நிற்கும். பொன்-தகடுகளுக்கு எதிராகக் கண்ணாடி ஓரத்திலே வெள்ளியத் தகடுகள் இரண்டு வைக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றின் வழி மின்சாரம் பூமியிலே வந்து சேரும்படியாக அவை பூமியோடு பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

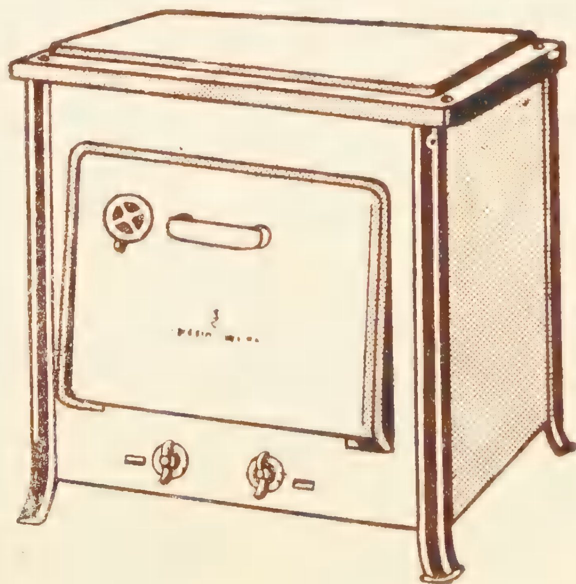


97. பொன்-தகட்டு மின்காட்டி

சோதிக்க வேண்டிய பொருளைக் கருவியின் மேற்புறத்திலுள்ள வட்டத் தட்டின் அண்டையில் கொண்டு வந்தால், என்ன நிகழும்? அப்பொருளிலே மின்சாரம் ஏறியிருந்தால், வட்டத் தட்டிலே அதற்கு மாறான மின்-

சாரம் தூண்டப்படும். ஆகையால் அதை ஒத்த மின்சாரம் மறு கோடிக்குத் தள்ளப்படும். அங்குள்ள மெல்லிய பொன்-தகடுகள் இரண்டிலும் அது தோன்றும். எளிதாக அசையக்கூடிய அவ்விரண்டு தகடுகளிலும் ஒரே வகையான மின்சாரம் தோன்றவே, அவ்விரண்டு தகடுகளும் ஒன்றை யொன்று தள்ளிக்கொண்டு விலகிநிற்கும். இப்படி நின்றால், சோதிக்கும் பொருளிலே மின்சாரம் இருக்கிறது என்று ஏற்படும். சோதிக்க வேண்டிய பொருளைக் கிட்டக் கொணர்ந்தபோது அவ்விரண்டு தகடுகளிலும் யாதொரு மாறுதலும் ஏற்படாமல், அவை முன்போலவே இருக்கு மானல் அப்பொருளில் மின்சாரம் ஏறவில்லை என்பது தெளிவு.

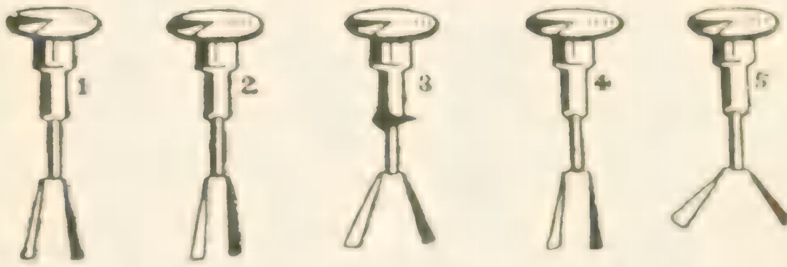
ஆகவே கவர்ச்சியும் அகற்சியும் மின்சாரத்தைச் சோதிக்க உதவுகின்றன. விலையுயர்ந்த பொன்னும் விலை யற்ற கடைச்சியும் அதை அறியும் உரைகற்க ளாகின்றன.



98. ரொட்டி சுடும் அடுப்பு

10. பொருளிலே ஏறியது எவ்வகை மின்சாரம்?

பொன்-தகட்டு மின்காட்டிக் கருவியையும், கம்பளியால் தேய்த்த அரக்குக் கோலையும் வைத்துக்கொண்டு, ஒரு பொருளிலே மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறதா என்பதை மட்டுமன்றி, அதில் ஏறிய மின்சாரம் எவ்வகை மின்சாரம்?—அதாவது அது நேர்மின்சாரமா? அல்லது எதிர்மின்சாரமா?—என்பதையும் கண்டுபிடிக்க முடியும். எப்படி என்பது கீழ்க்கண்ட படங்களால் விளங்கும்.



99. பொன்-தகட்டு மின்காட்டி வேலை செய்யும் தத்துவத்தை விளக்கும் படம்

படம் 1. பொன்-தகட்டு மின்காட்டிக் கருவியின் சாமானிய நிலை.

படம் 2. சோதிக்க வேண்டிய பொருளால் மேலுள்ள தட்டைத் தொட்டால், தகடுகள் முன்போலவே இருக்கின்றன.

முடிவு: பொருளில் மின்சாரம் ஏறவில்லை.

படம் 3. தகடுகள் விரிகின்றன.

முடிவு: பொருளில் மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறது; ஆனால் அது எவ்வகை மின்சாரம் என்பது தெரியாது. பொருளிலுள்ள மின்சாரமே தகடுகளிலும் இருக்கிறது.

படம் 4. அப்படிப் பொன்-தகடுகள் விரிந்துள்ள நிலையில், தேய்ப்புற்ற அரக்குக்கோலைத் தட்டின் அண்டையில் கொண்டுவந்தால், பொன்-தகடுகள் நெருங்குகின்றன

முடிவு: பொருளில் இருந்தது நேர் மின்சாரம். எப்படி யென்றால்: அரக்குக் கோலிலுள்ள எதிர்மின்சாரம் தகடுகளில் எதிர் மின்சாரத்தை ஒதுக்குகிறது. தகடுகளிலே ஏற்கெனவே உள்ள மின்சாரமும் இதுவும் கலத்தலினால், சம நிலை உண்டாகிப் பொன்-தகடுகள் நெருங்குகின்றன. ஆதலால், தகடுகளிலிருந்தது நேர் மின்சாரம்.

படம் 5. பொன்-தகடுகள் முன்னினும் அதிகமாக விரிகின்றன.

முடிவு: பொருளில் இருந்தது எதிர்மின்சாரம். இது எப்படியென்றால்: அரக்குக் கோலிலுள்ள எதிர் மின்சாரம் பொன்-தகடுகளில் எதிர் மின்சாரத்தை ஒதுக்குகிறது. அங்கு ஏற்கெனவே உள்ள மின்சாரத்தோடு இதுவும் சேர்ந்து மிகுதிப்படுதலால், பொன்-தகடுகள் முன்னைக்காட்டிலும் விரிவடைகின்றன. ஆதலால் தகடுகளில் ஏற்கெனவே இருந்த மின்சாரம் எதிர் மின்சாரமாகவே இருத்தல்வேண்டும். ஆதலால் பொருளில் உள்ளதும் எதிர் மின்சாரமே.

வேறு விதமாகவும் இந்தச் சோதனையை நடத்தலாம். முதலில், அரக்குக் கோலைக் கொண்டு பொன்-தகட்டு மின்காட்டியில் தீண்டி, அதனால் எதிர் மின்சாரத்தை ஏற்ற வேண்டும்; அல்லது அதில் தூண்டி, அதனால் நேர் மின்சாரத்தை ஏற்றவேண்டும். பிறகு சோதிக்க வேண்டிய பொருளை அதன் அண்டையில் கொண்டு வந்து, மேற்கூறிய படி, பொன்-தகடுகள் நெருங்குகின்றனவா, சும்மா இருக்கின்றனவா, அல்லது விரிவடைகின்றனவா என்பதைக் கவனித்துச் சோதிக்கவும் முடியும்.

11. மின்சாரம் இயங்குதல்

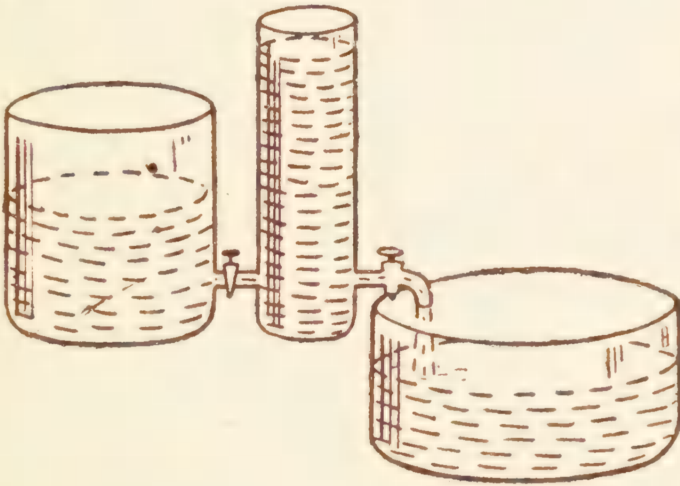
மின்சாரம் ஏறிய பொருள் ஒன்றைக்கொண்டு மின் சாரம் ஏறாத பொருள் ஒன்றைத் தொட்டால், அப் பொழுது மின்சாரம் ஏறாதிருந்த பொருளில் மின்சாரம் ஏறும் என்று சொன்னேம். இப்படி நிகழ்வது ஏன்? இது கிடக்கட்டும். மின்சாரம் ஏறிய பொருள்கள் இரண்டு இருக்கின்றன என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். அவ் விரண்டும் ஒன்றையொன்று தொடும்படி வைத்தால், அப் பொழுது என்ன ஆகும்?

தண்ணீரானது ஓரிடத்திலிருந்து மற்ருேர் இடத்துக் குப் பாய்கிறது. எப்படி? மேட்டில் இருக்கும் தண்ணீர் பள்ளத்தில் பாயும். மேட்டிடத்திலே இருக்கும் தண்ணீர் அளவிலே மிகக் குறைவாக இருக்கலாம்; பள்ளத்திலே இருக்கும் தண்ணீர் பெரிய ஏரியாக இருக்கலாம், சமுத்திர மாகவே இருக்கலாம். ஆயினும் மேட்டிலிருக்கும் தண்ணீர், சொட்டுச் சொட்டாகவேனும், கீழே வந்து பாயும். ஆத லால், தண்ணீர் பாய்வதற்குத் தண்ணீரின் அளவு காரணம் அன்று. தண்ணீரின் உயர்ந்த நிலையே, அதனுல் உண்டாகும் அழுத்தமே, அது பாய்வதற்குக் காரணம்.

இன்னும் ஒரு விஷயத்தைப் பார்ப்போம். அகன்ற இரும்புத் தகடு ஒன்று இருக்கிறதென்று வைத்துக்கொள் வோம். பழுக்கக் காய்ச்சின இரும்புக் கம்பியால் அதைத் தொட்டுக்கொண்டே யிருந்தால், அந்தக் கம்பியின் உஷ் ணம் இரும்புத் தகட்டிலே பாய்ந்து, அந்தத் தகடும் சூடே றும் அல்லவா? தகடு அளவில் பெரியது: கம்பி அளவில் சிறியது. ஆதலால் இதிலும் பொருளின் பெருமை சிறுமை

களினால் ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை. உஷ்ணநிலை மிகுந்த பொருளினின்று உஷ்ணநிலை குறைந்த பொருளுக்குச் சூடு பாய்கிறது. உஷ்ணத்தின் மிகுதி குறைவுகளினால்தான் சூடு இடம் பெயர்கிறது. 'உடல் சிறியர் என்றிருக்க வேண்டா' என்னும் செய்யுள் அடிக்கு இவ்விரண்டு காரியங்களும் எடுத்துக் காட்டுக்களாக இருக்கின்றன.

இவ்விரண்டைப் போலவேதான் மின்சார விஷயத்திலும். இரண்டு பொருள்களுள் ஒன்று மின்சார ஏற்றம் பெற்றும், மற்றொன்று மின்சார ஏற்றம் பெறாமலும் இருந்தால், மின்சார ஏற்றம் பெற்ற பொருளிலிருந்து மின்சார ஏற்றம் பெறாத பொருளுக்கு மின்சாரம் பாய்கிறது. மேலும், இரண்டு பொருள்களில் ஒன்றில் மின்சார ஏற்றம் செறிந்தும், மற்றொன்றில் அத்தனை செறிவின்றியும் இருந்தால், மின்சார ஏற்றம் செறிந்துள்ள பொருளினின்று அத்தனை மின்சாரச் செறிவில்லாத, அதாவது அதனினும் மின்சாரச் செறிவு குறைந்த, மற்றொரு பொருளுக்கு மின்சாரம் பாயும். ஆகவே தண்ணீரின் உயர் நிலையினாலும், உஷ்ண நிலையின் மிகுதியினாலும், எப்படி நீரும் வெப்பமும் பாய்ந்து, அவற்றின் ஓட்டங்கள் நடைபெறுகின்றனவோ, அப்படியேதான் மின்சாரச்செறிவினால் மின்சாரம் பாய்ந்து, மின்சார ஓட்டம் நடைபெறுகிறது.



100. மின்சார அழுத்தத்தைத் தண்ணீர் உவமானத்தால் விளக்குதல்

மின்சாரச் செறிவு

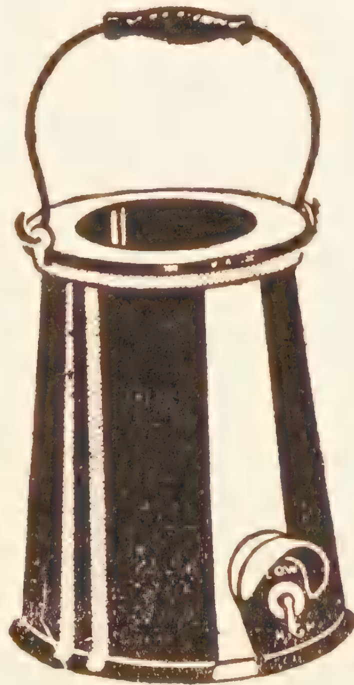
நீர் ஒழுகிப் போகாத பாத்திரத்தில் நீரை ஊற்றிக் கொண்டேயிருந்தால், அதிலுள்ள நீர்நிலை உயரும்; அப் பாத்திரமும் நிரம்பிக்கொண்டே வரும். சூடானது சிதறிப் போகாதபடி பாதுகாக்கப்பட்ட ஒரு பொருளை மேன் மேலும் சுடவைத்துக்கொண்டிருந்தால், அதன் வெப்பநிலை மிகும். காற்றுக் கசியாத ரப்பர்க் குழாய் ஒன்றின் உள்ளே, மேன்மேலும், காற்றை அடைத்துக் கொண்டே போனால், அதன் உட்புறத்திலுள்ள அழுத்தம் ஏறிக்கொண்டே வரும். இவ்வாறு நீரும், சூடும், காற்றும் மேன்மேலும் ஏற ஏற, அவை ஏறும் பொருள்களின் நிலை மாறுபடும். இதைப் போலவே மின்சார விஷயத்திலும் நடைபெறு கிறது. ஒரு பொருளில் ஏறும் மின்சாரத்தை வெளியே ஒழுகிப் போகாதபடி காப்பாற்றி, அப்படிக் காக்கப்பட்ட பொருளிலே, மேன்மேலும், மின்சாரத்தைப் புகுத்திக் கொண்டிருந்தால், அதன் மின்சார நிலை உயர்கிறது. மின் சாரம் அதிலே செறிவடைகிறது.

எப்படித் தண்ணீரின் உயர்வு வேறு, அளவு வேறோ, எப்படிச் சூட்டின் மிகுதி வேறு, அளவு வேறோ, அப் படியே மின்சாரத்தின் செறிவு வேறு, அளவும் வேறு என் பது கவனிக்கத்தக்கது.

இவ்வாறு மின்சாரச் செறிவு மிகுந்த ஒரு பொருளை யும், செறிவு குறைந்த ஒரு பொருளையும் கடத்தும் பொருள் ஒன்றினால் பிணைத்தால், அப்பொழுது, அந்தக் கடத்தியின் வழியாக, மின்சாரம் பாய்ந்து, செறிவு மிகுந்த பொருளிலிருந்து செறிவு குறைந்த பொருளை நோக்கிச்

செல்லுகிறது. இவ்வகையாய் மின்சாரம் செல்வதைத் தான் மின்சார ஓட்டம் நடைபெறுகிறது என்கிறோம்.

நாம் முன்னே சொல்லிய கருவிகளின் மூலம் மின் சாரம் உண்டாக்கப்பட்டபோதிலும், அவற்றினின்று மின் சார ஓட்டம் நிகழ்ந்தபோதிலும், அக்கருவிகளால் வெகு துரிதமாய்ப் போதிய அளவுள்ள மின்சாரத்தை இயற்ற முடிவதில்லை. அவற்றினின்று உண்டாகும் மின்சார ஓட்டம் வெகு சீக்கிரம், கணப்பொழுதில், தீர்ந்து போகும். மின்சார ஓட்டம் தொடர்ந்து நடைபெறுவதற்கென்று சில கருவிகளை அமைத்திருக்கிறார்கள். அவற்றுள் ஒரு வகைக் கருவிகளுக்கு மின்சாரக் கலங்கள் என்று பெயர்.



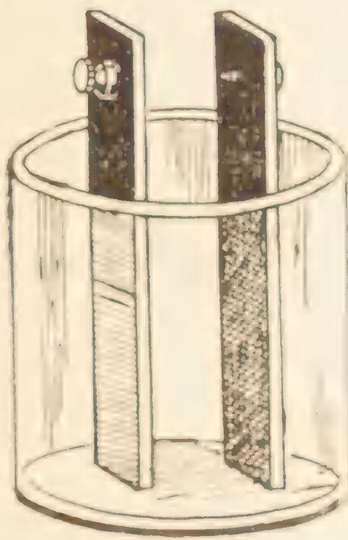
101. வச்சிரம் காய்ச்சும் மின்சாரச் சட்டி

12. மின்சார ஓட்டத்தை இயற்றும் கருவிகள்

மின்சாரக் கலங்கள்

வோல்ட்டா மின்சாரக் கலம்

முதன் முதலில் செய்யப்பட்ட மின்சாரக் கலம் வோல்ட்டா (1745-1827) என்பவரால் 1800-ல் இயற்றப்பட்டது. நீராளமான ஸல்ப்யூரிக் அமிலத்தை ஒரு கிண்ணத்தில் விட்டு, அதிலே ஒரு புறத்தில் துத்தநாகத் தகட்டையும், மற்றொரு புறத்தில் செப்புத் தகட்டையும் அமிழ்த்தி, அவ்விரண்டு தகடுகளையும் கிண்ணத்துள் ஒன்றோடொன்று படாமல் தள்ளி வைத்து, அத்தகடுகளின் வெளிமுனைகளைச் செப்புக் கம்பியினால் பிணைத்தால், அக்கம்பியில் மின்சார ஓட்டம் தோன்றும்.

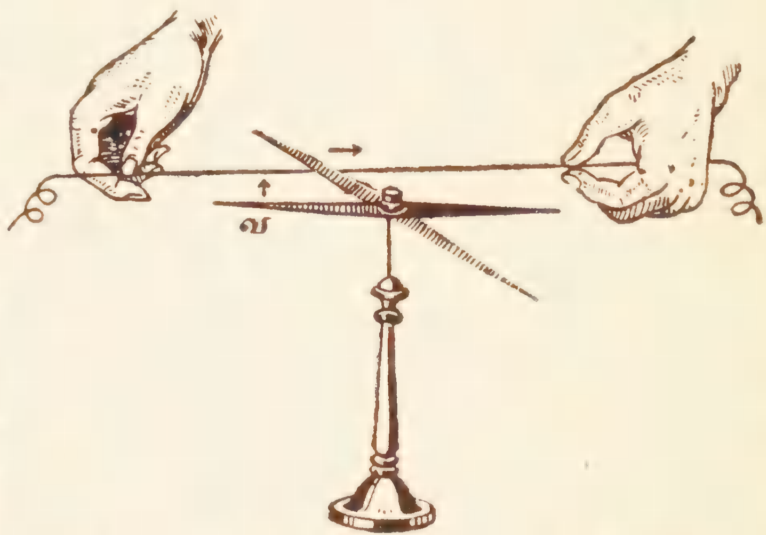


102. வோல்ட்டா மின்சாரக் கலம்

இந்த ஓட்டம் கண்ணுக்குத் தெரியாது; கைக்கு இலேசாகத் தெரியும். ஆனால் இதில் மின்சார ஓட்டம் நிகழ்கிறது என்பதை ஒரு சோதனை மூலமாக நிரூபிக்க முடியும். அந்தச் சோதனை வருமாறு: தென்வடலாக நிற்கும் காந்த ஊசிக்கு நேர்மேலாக மேற்கூறிய செப்புக் கம்பியை பிடிக்க வேண்டும். அப்போது காந்த ஊசியானது வெடுக்கென்று ஒரு புறமாக விலகும். அப்படி விலகுவதினால், கம்பியில் மின்சாரம் ஓடுகிறதென்பதை அது காட்டும். கம்பியில் மின்சார ஓட்டம் இல்லாவிட்டால் அது விலகாது. மின்

சாரக் கலத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் செப்புத் தகட்டிற்கு பாஸிடிவ் டேர்மினல், அல்லது நேர்மின் முனை, என்றும், அதில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் துத்தநாகத் தகட்டிற்கு நெகடிவ் டேர்மினல், அல்லது எதிர்மின் முனை, என்றும் பெயர்.

சாதாரணமாக, இம்மாதிரியான மின்சாரக் கலத்தில் தூய செப்புத் தகட்டையும் பாதரசம் பூசப்பட்ட துத்தநாகத் தகட்டையும் உபயோகிப்பது வழக்கம். வெறும், அதாவது பாதரசம்பூசாத, துத்தநாகத் தகட்டை நீராளமான கந்தகத் திராவகத்தில் அமிழ்த்தினால், அதிலிருந்து ஹைட்ரஜன் என்னும் வாயு குமிழ் குமிழாகப் புறப்படும்; துத்தநாகமும் அழிந்து போகும். இவ்விரண்டு நிகழ்ச்சிகளையும் தடுப்பதற்காகத்தான் துத்தநாகத்துக்குப் பாதரசத்தைப் பூசுவது.



103. எர்ஸ்ட்டெட் செய்த சோதனை: காந்த ஊசி விலகுதல்

நீராளமான கந்தகத் திராவகத்தில் பாதரசம் பூசிய துத்தநாகத் தகட்டை அமிழ்த்தி வைத்து, அதில் மற்றொரு புறத்தில் செப்புத் தகட்டை அமிழ்த்தி வைத்தால், விசேஷமாக ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை. அவ்விரண்டு தகடுகளின் வெளிமுனைகளையும் செப்புக் கம்பியால் பிணைத்த போதுதான், செப்புத் தகட்டிலிருந்து குமிழிகள் கிளம்பும். அப்பொழுது பார்த்தால், திராவகத்தில் செம்பு கரைவது

போல் தோன்றும். ஆனால், வாஸ்தவத்தில், திராவகத்தில் கரைவது துத்தநாகத் தகடே யன்றிச் செம்பன்று. துத்தநாகத் தகட்டுப் புறத்திலே தோன்றும் ஹைட்ரஜன் வாயு, திராவகத்துள்ளே, துத்தநாகத்திலிருந்து செம்பின் புறமாக ஓடி வருகிறது. அங்கே வந்ததும், ஒன்றாகச் சேர்ந்து, சிறு சிறு குமிழிகளாக வெளிக் கிளம்புகிறது. அவற்றுள் சில குமிழிகள் செப்புத் தகட்டின் மேலே ஒட்டிக்கொள்ளுகின்றன. அதனால் செம்பு மூடப்படுகிறது. அப்படி மூடப்படவே, செம்பின் குணம் குறைந்து, மின்சார ஓட்டம் வர வரக் குறைந்து போகிறது. கடைசியாக நின்றும்போகிறது.

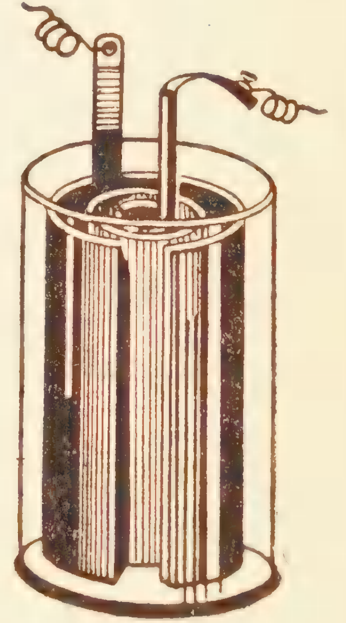
வோல்ட்டா மின்சாரக் கலத்தின் குறைகள்

வோல்ட்டா மின்சாரக் கலத்திலே இரண்டு வகையான குறைகள் காணப்படுகின்றன. மின்சார ஓட்டம் நடைபெறாதிருக்கும்போதும் கூட, மின்சாரக் கலத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் தகடுகளுள் ஒன்றாகிய துத்தநாகத் தகடு, திராவகத்தில் கரைந்து, வீணாகிக் கொண்டிருக்கிறது என்பது ஒரு குறை. இந்தக் குறையை விஞ்ஞானிகள் எளிதாக நிவர்த்தித்து விட்டார்கள். துத்தநாகத் தகட்டின்மேலே பாதரசத்தைப் பூசிவிட்டால், மின்சாரக் கலம் வேலை செய்யாத வேளையில், துத்தநாகம் கரைந்து வீணாவதில்லை.

வோல்ட்டாக் கலத்தில் காணப்பட்ட மற்றொரு குறை என்னவென்றால்: மின்சார ஓட்டம் ஏற்படும்போது, துத்தநாகத் தகட்டுப் புறத்திலே தோன்றும் ஹைட்ரஜன் வாயுவானது மின்சாரக் கலத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் திராவகத்தின் வழியாகச் செப்புத்தகட்டின் புறமாகக்

கவரப்படுகிறது என்பது. அவ்வாயு அத்தகட்டின் மேலே படிந்து, அதன் தன்மையைக் கெடுக்கிறது. இதனுல் மின்சார ஓட்டம் தடைப்பட்டுப் போகிறது.

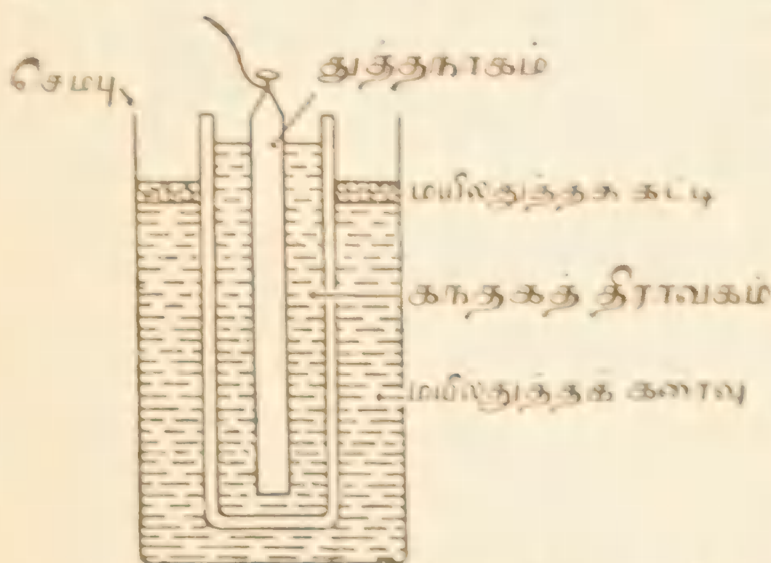
இந்தக் குறையை நிவர்த்திப்பதற்காக விஞ்ஞானிகள் புதிய கலங்களை இயற்றி வந்திருக்கிருர்கள். மின்சாரக் கலத்தினுள்ளே வைக்கப்பட்டிருக்கும் துத்தநாகத் தகட்டுப் புறத்திலே தோன்றும் ஹைட்ரஜன் வாயுவானது மற்ருெரு முனையின்மேல் படிந்து, அதன் குணத்தை மாறுபடுத்த வொட்டாது தடுப்பதே இவற்றின் முக்கிய நோக்கம் ஆகும். இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட மின்சாரக் கலங்களுக்கு அவற்றை முதன் முதலில் அமைத்த விஞ்ஞானிகளின் பெயர்களையே பெரும்பாலும் இட்டு வழங்குகிருர்கள்.


104. டேனியல் மின்சாரக் கலம்

டேனியல் மின்சாரக் கலம்

அப்படி அமைத்தவர்களுள் ஒருவர் டேனியல் (1790-1845) என்பவர். அவர் 1836-ஆம் வருஷத்தில் இயற்றிய கலத்தின் அமைப்பு வருமாறு: கனத்த கண்ணுடியினுல்செய்த பாத்திரம் ஒன்று. அதற்குள்ளே கெட்டியாகக் கரைத்த மயில்துத்தக் கரைவு. அக்கரைவிலே ஓர் அகன்ற செப்புச் சாடி. அச்சாடியின் நடுவில் களிமண்ணினுல் செய்து சுட்டதாயும், நீர் கசியக்கூடியதாயுமுள்ள மண் சாடி ஒன்று. அதனுள்ளே நீராளமான கந்தகத் திராவகம். அத்திராவகத்தின் நடுவிலே பாதரசம் பூசிய துத்தநாகக் கட்டை.

இந்தக் கலத்தின் நடுவிலுள்ள துத்தநாகக் கட்டையையும், செப்புச் சாடியின் முனையையும், செப்புக் கம்பியினால் பிணைத்தால், வோல்ட்டாக் கலத்தில் உண்டாவது போலவே, இதிலும் மின்சார ஓட்டம் உண்டாகும். இதிலும் கலத்தின் உள்ளே துத்தநாகக் கட்டைப் புறத்திலே ஹைட்ரஜன் வாயு தோன்றி, செப்புச் சாடிக்குச் செல்ல முயலும். நீரைக் கசியவிடும் மண் பாத்திரத்தின் இடைவெளிகளின் வழியாக அது செல்லும். சென்றதும், அதற்கு வெளிப்புறத்திலுள்ள மயில்துத்தக் கரைவிலே அது படும். பட்டதும், அவ்விரண்டிலும் ஓர் இரசாயன மாறுபாடு உண்டாகும். அம்மாறுபாட்டினால் செம்பும் கந்தகத் திராவகமும் உண்டாகும். இவ்வாறு தோன்றிய செம்பானது வெளிப்புறத்துச் செப்புச் சாடியில் ஒட்டிக்கொள்ளும். ஹைட்ரஜன் வாயுவானது வோல்ட்டாக் கலத்திலே செப்புத் தகட்டின்மீது படிந்து, மின்சார ஓட்டத்தை நடைபெறாமல் தடுக்கும். ஆனால் இந்தக் கலத்திலே உண்டாகும் ஹைட்ரஜன் வாயுவோ என்றால், இதிலே உள்ள மயில்துத்தத்தோடு கலந்து, குணம் மாறித் தீங்கு இயற்றாமல் தடைப்பட்டுப்போகிறது.



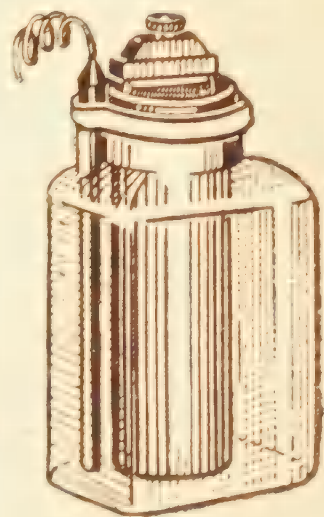
105. டேனியல் மின்சாரக் கலத்தின் அமைப்பு

இந்த மின்சாரக் கலமானது ஒரே ஒழுங்கில் மின்சாரவோட்டத்தை இயற்றக்கூடியது. ஆனால் உபயோகத்திற்கு

வேண்டும்போதெல்லாம் இதைப் புதிது புதிதாக அமைத்துக்கொள்ளுவது நல்லது. அதாவது, மின்சார ஓட்டம் வேண்டாதபோது, நடுவிலுள்ள மண் சாடியை வேறாக எடுத்துத் தண்ணீரில் வைத்திருக்கவேண்டும்; மின்சார ஓட்டம் வேண்டும்போது, ஒன்றாக அமைத்துக்கொள்ள வேண்டும். மேலேசொல்லியபடி ஹைட்ரஜன் வாயுவானது, மயில்துத்தத்தோடு சேர்ந்து, அதைச் செம்பாகவும் கந்தகத் திராவகமாகவும் மாற்றி வருவதினாலே, மயில்துத்தக் கரைவானது வரவரப் பலங் குறைந்துவரும். அதனால் அவ்வப்போது அதிலே, கொஞ்சம் கொஞ்சமாக, வேண்டிய அளவுக்கு, மயில்துத்தக் கட்டிகளைப் போட்டுப்போட்டுக் கரைத்துக்கொள்ள வேண்டும்.

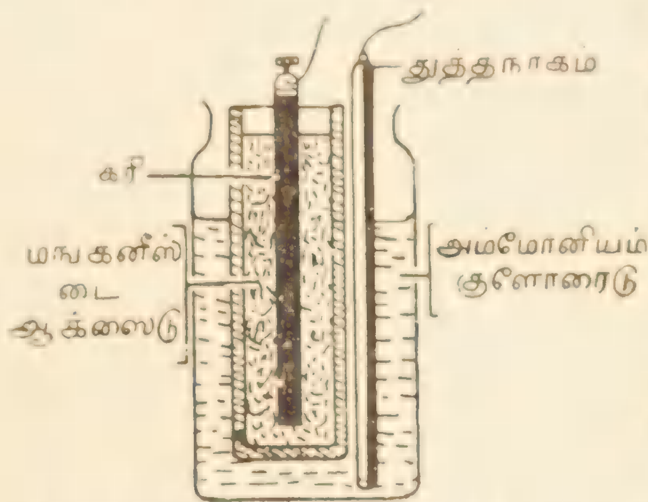
லெக்லாஞ்சே மின்சாரக் கலம்

லெக்லாஞ்சே என்பவர் 1868-ல் இயற்றியது இன்னும் ஒரு வகை மின்சாரக் கலம். இந்தக் கலத்திலேயும் வெளிப் பாத்திரம் ஒன்றும், உட்பாத்திரம் ஒன்றும் உண்டு. வெளிப் பாத்திரம் கண்ணாடியால் செய்தது. அதிலே அம்மோனியம் குளோரைடு கரைந்த கெட்டிக் கரைவு ஒன்று இருக்கும். அந்தக் கரைவிலே துத்தநாகக் கட்டை ஒன்றை வைத்திருக்கும். நடுவிலே உள்ள பாத்திரம் நீர் கசியக்கூடிய மண்ணால் செய்யப்பட்டிருக்கும். அதிலே கரிக்கட்டை ஒன்று வைத்திருக்கும். அந்தப் பாத்திரத்தின் உள்ளே கரிக்கட்டையைச் சுற்றி மங்கனீஸ் டை ஆக்ஸைடு, கிராபைட்டு, ஜிப்ஸம் - பொடி ஆகிய இம் மூன்றையும் பிசைந்து திணித்திருக்கும்.



106. லெக்லாஞ்சே மின்சாரக் கலம்

துத்தநாகக் கட்டையிலே தோன்றும் ஹைட்ரஜன் வாயுவானது கரிக்கட்டைப் புறமாகச் செல்லும். அப்போது கரிக்கட்டையைச் சுற்றியுள்ள பொருள்களில் ஒன்றாகிய மங்கனீஸ் டை ஆக்ஸைடு அதைத் தாக்கும். தாக்கிய போது, மங்கனீஸ் டை ஆக்ஸைடில் உள்ள ஆக்ஸிஜன் வாயு அந்த ஹைட்ரஜன் வாயுவோடு சேரும். இரண்டும் சேர்ந்து, நீராக மாறிவிடும். ஆகையால், ஹைட்ரஜன் வாயு, வோல்ட்டா மின்சாரக் கலத்தில் செய்வது போல், இதிலே மின்சார ஓட்டத்திற்கு இடையூறு செய்ய முடியாமல் போகிறது.



107. லெக்லாஞ்சே மின்சாரக் கலத்தின் அமைப்பு

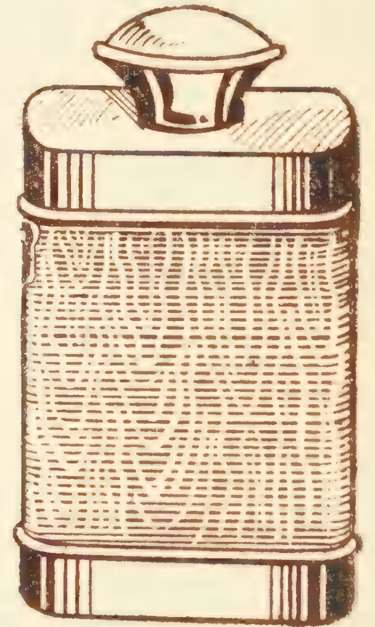
இந்தக் கலமானது துரிதமாய் வேலை செய்யமாட்டாது ; மெதுவாகத்தான் வேலை செய்யும். நீண்ட நேரம், ஒரே ஒழுங்கில், மின்சார ஓட்டத்தையும் இது கொடுக்காது. நெடுநேரம் சேர்ந்தாற்போல் உபயோகித்தால், இதிலிருந்து உண்டாகும் மின்சார ஓட்டம் வரவரக் குறைந்து கொண்டே வரும். ஆனால் இதைக் கொஞ்ச நேரம் உபயோகப்படுத்தாமல் வைத்திருந்து, பிறகு மீண்டும் உபயோகிக்கத் தொடங்கினால், இந்த மின்சாரக் கலமானது, முன்போலச் சரியாகி, முழுப் பலத்தையும் பெற்றுவிடும்.

ஆகையால், விட்டு விட்டுச் செய்யவேண்டிய வேலைகளுக்கு இந்த மின்சாரக் கலம் உபயோகப்பட்டு வருகிறது. உதாரணமாக, மின்சார மணி அடிப்பதற்கு இதை உப

யோகிக்கிறார்கள். இதிலுள்ள பெரிய சௌகரியம் என்னவென்றால், வோல்ட்டா மின்சாரக் கலத்தைப்போல், இது சீக்கிரம் கெட்டுப் போகாது. டேனியல் மின்சாரக் கலத்தைப்போல், உபயோகத்தில் இல்லாத வேளையில், நடுப் பாத்திரத்தை வெளியே எடுத்துவைத்துப் பத்திரப்படுத்த வேண்டிய சிரமம் இதில் இல்லை. ஒரு முறை இதைச் சீராக அமைத்துவிட்டால், வெகுநாள்வரை இதைப் பற்றி விசேஷமாகக் கவனிக்கவேண்டியதில்லை. அவ்வப்போது சிறிது தண்ணீரை வெளிக் கலத்திலே ஊற்றிக்கொண்டு வந்தால் போதும்.

உலர்ந்த மின்சாரக் கலம்

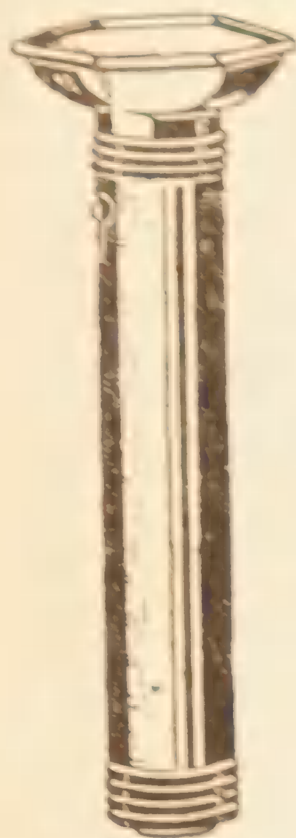
நம்முடைய வீடுகளிலே "எலெக்ட்ரிக் டார்ச்சு", அல்லது "டார்ச்சு லைட்டு", என்று சொல்லப்படும் மின்சாரக் கைவிளக்குக்களை நாம் உபயோகித்து வருகிறோம். இவ் விளக்குக்களிலே ஒரு பொத்தானை அழுத்திப் பிடித்தால், அல்லது அழுத்தித் தள்ளினால், வெளிச்சம் உண்டாகிறது. பொத்தானை அழுத்துவதை நிறுத்திவிட்டால், அல்லது முன்பு இருந்த இடத்துக்குப் பொத்தானைத் தள்ளிவிட்டால், வெளிச்சம் நின்றுவிடுகிறது. ஏன் ?



108. தட்டை வடிவமான மின்சாரக் கைவிளக்கு

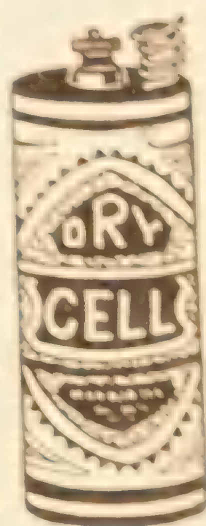
விளக்கின் உள்ளே மின்சாரத்தை உண்டாக்கும் ஏற்பாடு ஒன்று இருப்பதுதான் இதற்குக் காரணம். இந்த ஏற்பாடானது சாதாரணமாகப் பாட்டேரி என்று வழங்கப்படுகிறது. இது, வாஸ்தவத்தில், ஒரு மின்சாரக்

கலம். பாட்டெரி என்பது ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட கலன்களின் தொகுதி. தனி மரம் தோப்பு ஆகாததுபோலத் தனிக் கலமும் பாட்டெரி ஆகாது. ஆயினும், இந்தக் கலத்தைப் பாட்டெரி என்று சொல்லுவது வழக்கத்தில் வந்துவிட்டது.



109. உருளை வடிவான மின்சாரக் கைவிளக்கு

இந்தக் கலம் தட்டையாகவேனும், உருளையாகவேனும் இருக்கும். 'பாட்டெரி' ஒன்றைப் பிரித்துப் பார்த்தால், இதன் அமைப்பை நாம் ஒருவாறு தெரிந்து கொள்ள முடியும். வெளிப்புறத்திலே காகித அட்டை, அதனுள்ளே துத்தநாகத் தகட்டினால் செய்த 'கலம்.' அதிலே நாற்றம் போவதற்கு ஒரு சிறு துவாரம். துத்தநாகக் கலத்துக்குள்ளே அம்மோனியம் குளோரைடு, துத்தநாகக் குளோரைடு, ஜிப்ஸம் பொடி ஆகிய இவற்றைத் தண்ணீரை விட்டுக் குழைத்துப் பசை போல் பிசைந்து அடைத்திருக்கும். அந்தப் பசையின் நடுவே ஒரு கரிக் கட்டை செருகியிருக்கும். அந்தக் கரிக் கட்டையைச் சுற்றிலும் வேறொருவகைப் பசை வைத்திருக்கும். அந்தப் பசை கரிப்பொடி, மங்கனீஸ் டை ஆக்ஸைடு, துத்தநாகக் குளோரைடு, அம்மோனியம் குளோரைடு





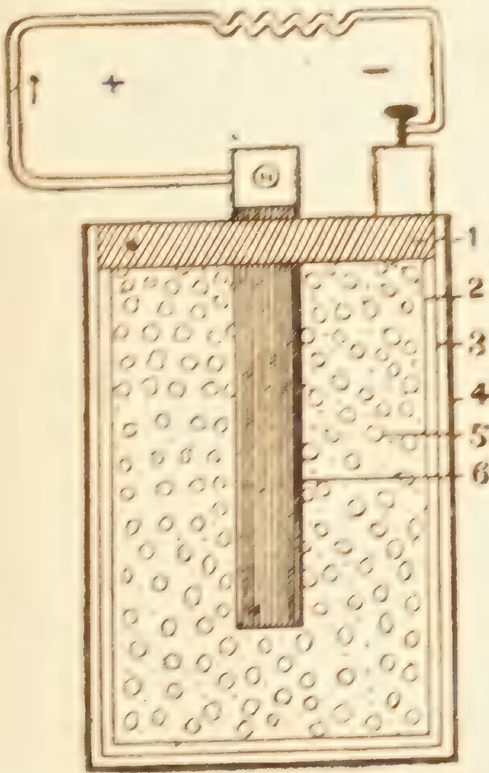
110, 111. உருளைக் கைவிளக்கில் வைத்திருக்கும் மின்சாரக் கலம்

ஆகிய இவற்றைத் தண்ணீரை விட்டுக் குழைத்துப் பிசைந்த பசை.



112. தட்டைக் கைவிளக்கில்வைத்திருக்கும் மின்சாரக் கலம்

மின்சாரக் கைவிளக்கின் உள்ளே காணப்படும் மின்சாரக் கலம் லெக்லாஞ்சே மின்சாரக் கலம்தான். இதன் பெயரிலே இன்னுமொரு விசித்திரம் காணப்படுகிறது. சாதாரணமாக, இது 'உலர்ந்த கலம்' என்று வழங்கப்பட்டு வருகிறது. ஆயினும், யதார்த்தத்தில், இது முற்றும் உலர்ந்தது அன்று. முற்றிலும் உலர்ந்திருக்குமானால், இந்தக் கலம் வேலை செய்யாது. கொஞ்சமேனும் ஈரம் இருந்தால் தான், லெக்லாஞ்சே கலத்தைப் போல் இது வேலை செய்யும்.



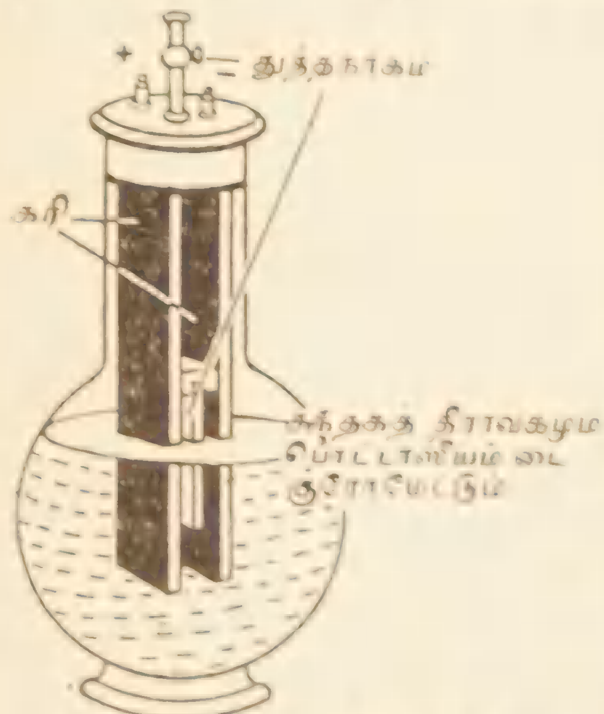
113. உலர்ந்த கலம்
1. பிச்சினால்செய்த அடைப்பு 2. பசை 3. துத்தநாகத்தினால் செய்த கலம் 4. காகித அட்டை 5. பசை 6. கரிக்கட்டை.

இனிச் சொல்லப்போகும் கலங்கள் மூன்றும் ஒரு காலத்தில் வழங்கிவந்தன. இப்போது அவைகளை அதிகம் உபயோகப்படுத்துவதில்லை. மின்சார ஓட்டத்தைச் சீராய் இயற்றும் முயற்சியில் அவை ஒரு படி. சிறந்தமுறைகள் கண்டுபிடிக்கப்படவே அவை கைவிடப்பட்டன. ஆயினும் அவற்றையும், அவற்றின் அமைப்பையும் பற்றித் தெரிந்து கொள்வது நல்லது.

பை குரோமேட் மின்சாரக் கலம்

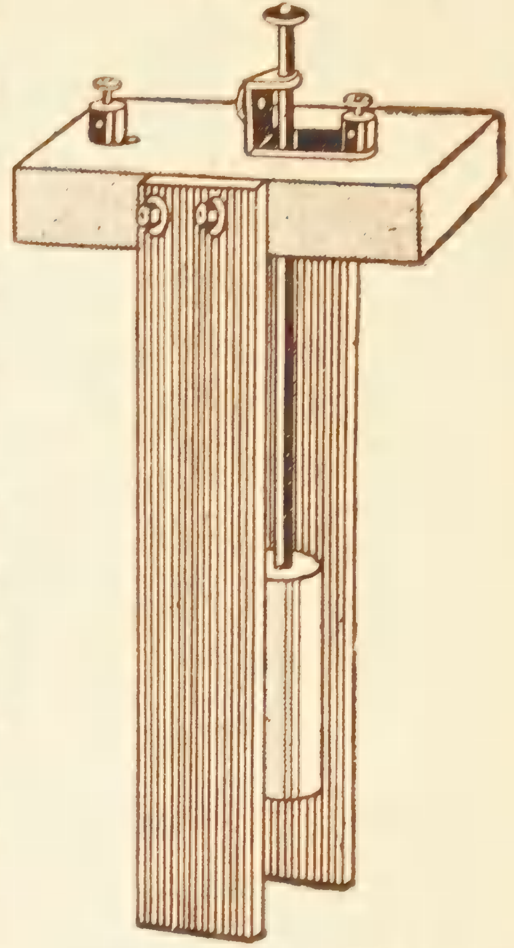
இதனால் உண்டாகும் மின்சார ஓட்டம் மிகுந்த வலிமையுடையது. மற்றக் கலங்களுக்குப் பெயர் வந்த முறையில் இதற்குப் பெயர் வரவில்லை. மற்றக் கலங்களுக்கெல்லாம் அவற்றை நிருமித்தவரின் பெயரை இட்டிருக்கிறது. இதை நிருமித்தவர் பெயரை இதற்கு இடவில்லை. இதில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பொருளைக் கொண்டே இதற்குப் பெயரிட்டிருக்கிறது. இதிலே ஒரு பாத்திரம் தான் உண்டு. அந்தப் பாத்திரத்திலே பொட்டாஸியம் டை குரோமேட்டும், நீராளமான கந்தகத் திராவகமும் கலந்த கரைவும் ஊற்றப்பட்டிருக்கும். அந்தக் கரைவிலே இரண்டு கரித்தகடுகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அவ்விரண்டு கரித்தகடுகளையும் ஒன்றோடொன்று இணைத்திருக்கும். அவ்விரண்டு தகடுகளுக்கும் நடுவே துத்தநாகக் கட்டை ஒன்று செருகியிருக்கும். இக்கட்டையை, வேண்டியபடி, உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ முடியும். மின்சார ஓட்டம் வேண்டியபோது, கலத்திலுள்ள கரைவில் அழுந்தும்படியாகத் துத்தநாகக் கட்டையைத் தாழ்த்தவேண்டும்.


114. பை குரோமேட் மின்சாரக் கலம்

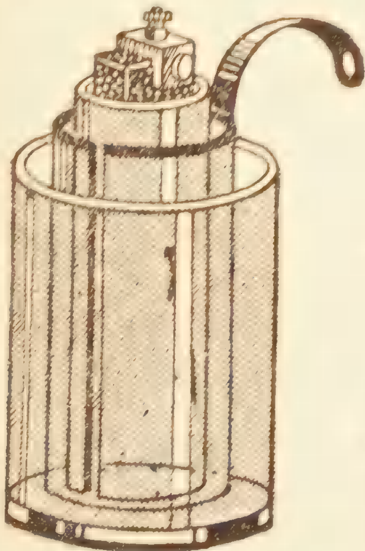


115. பை குரோமேட் மின்சாரக் கலத்தின் அமைப்பு

இதிலேயும் துத்தநாகத் தகட்டுப் புறத்திலே ஹைட்ராஜன் வாயு உண்டாகும். உண்டாகிக் கரித் தகடுகளின் மேலே படிய முயலும். ஆனால், அப்படிப் படிவதற்குமுன், மின்சாரக் கலத்தினுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கரைவில் உள்ள பொட்டாஸியம் டை குரோமேட்டானது அதைத் தாக்கும். அப்போது அதனிடத்திலுள்ள ஆக்ஸிஜன் வாயுவும், அந்த ஹைட்ராஜனும், ஆகிய இரண்டும், ஒன்றாகச் சேர்ந்து, நீராக மாறும். மாறவே, மின்சார ஓட்டத்தைத் தடை செய்யும் ஹைட்ராஜன் தனித்து நிற்காது; ஆகையால் தடையும் இராது.



116. கரித்தகடும் துத்தநாகமும்



117. புன்ஸன் மின்சாரக் கலம்

புன்ஸன் மின்சாரக் கலம்

இந்தக் கலத்திலும் இரண்டு பாத்திரங்கள் உண்டு. வெளியிலுள்ளது நீர் கசியாப் பாத்திரம். நடுவிலுள்ளது நீர் கசியும் பாத்திரம். வெளியிலுள்ள பாத்திரத்திலே நீராளமான கந்தகத் திராவகம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதிலே துத்தநாகத் தகடு செருகப்பட்டிருக்கும். நடுவிலுள்ள பாத்திரத்திலே கெட்டியாகக் கரைத்த, நைட்ரிக் அமிலம் என்று

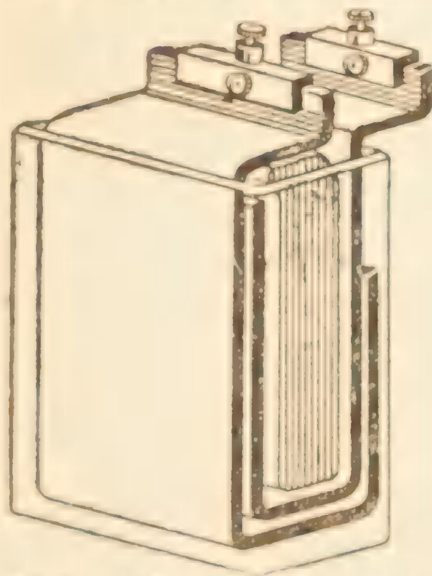
சொல்லப்படும், அக்கினித் திராவகம் வைத்திருக்கும். அதிலே கரிக்கட்டை ஒன்று செருகப்பட்டிருக்கும். இந்த மின்சாரக் கலம் பலத்த மின்சார ஓட்டத்தைக் கொடுக்கக் கூடியது.

ஆனல், இதிலே வைக்கப்பட்டிருக்கும் அக்கினித் திராவகத்திலிருந்து உண்டாகும் நைட்ரிக் ஆக்ஸைடு என்னும் வாயுவானது துர்நாற்றம் உடையது; உடலுக்கும் பொருள்களுக்கும் தீங்கு செய்ய வல்லது. இவைகளே இந்தக் கலத்திலுள்ள குறைகள்.

இதிலுள்ள துத்தநாகத் தகட்டில் உண்டாகும் ஹைட்ரஜன் வாயுவானது அக்கினித் திராவகத்திலுள்ள ஆக்ஸிஜனோடு சேர்ந்து, நீராக மாறுகிறது. ஹைட்ரஜன் உருமாறியதால், அதனல் தடைசெய்ய முடியாது போகிறது.

க்ரோவ் மின்சாரக் கலம்

இதுவும் பலத்த மின்சார ஓட்டத்தைக் கொடுக்க வல்லது. இந்தக் கலமானது, ஓர் அமிசத்தில் தவிர, பாக்கி எல்லா அமிசங்களிலும், புன்ஸன் மின்சாரக் கலத்தைப் போன்றது. இதிலும் இரண்டு பாத்திரங்கள் உண்டு. வெளிப் பாத்திரத்திலே நீராளமான கந்தகத் திராவகத்திலே துத்தநாகத் தகடு வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதன் நடுவிலே, கசியும் தன்மையுள்ள பாத்திரத்திலே, கெட்டியாகக் கரைத்த அக்கினித் திராவகம் வைத்திருக்கும். ஆனல், இதிலே, கரிக்கட்டைக்குப் பதிலாக, ப்ளாட்டினம் தகடு ஒன்று செருகப்பட்டிருக்கும்.

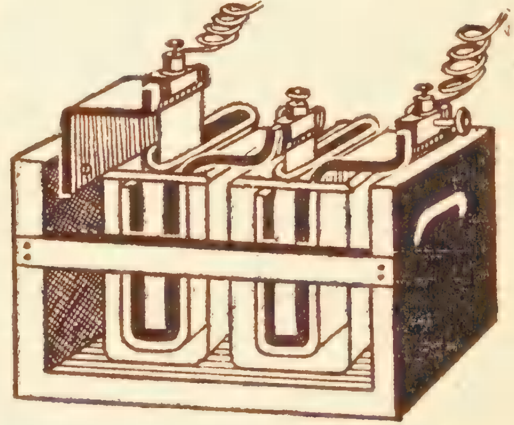


118. க்ரோவ் மின்சாரக் கலம்

புன்ஸன் கலத்துக்குஉள்ளதுபோல், தீயகாற்றை உண்டாக்கும் தீக்குணம் இந்தக் கலத்திற்கும் உண்டு. அதனிடத்தே வைக்கப்பட்டது அற்பமான கரியானுல் என்ன? விலையுயர்ந்த ப்ளாட்டினமானுல் என்ன ? அக்கினித் திராவகம் மட்டிலும் தன்னுடைய தீய குணத்தில் மாறுபடாது.

பாட்டெரி

பாட்டெரி என்பது கலங்களின் அடுக்கு என்று முன்பே சொல்லப்பட்டது. ஒரு காரியத்தைச் செய்ய ஒரு ஆள் போதாவிட்டால், பலரைத் திரட்டிக்கொள்வதுபோல, ஒரு கலத்தினுல் உண்டாகும் மின்சார ஓட்டத்தின் பலம் போதாவிட்டால், பல கலங்களை அடுக்காக வைத்து, ஒன்றோடொன்று பிணைத்து, மின்சார ஓட்டத்தின் பலத்தை அதிகப்படுத்த முடியும்.

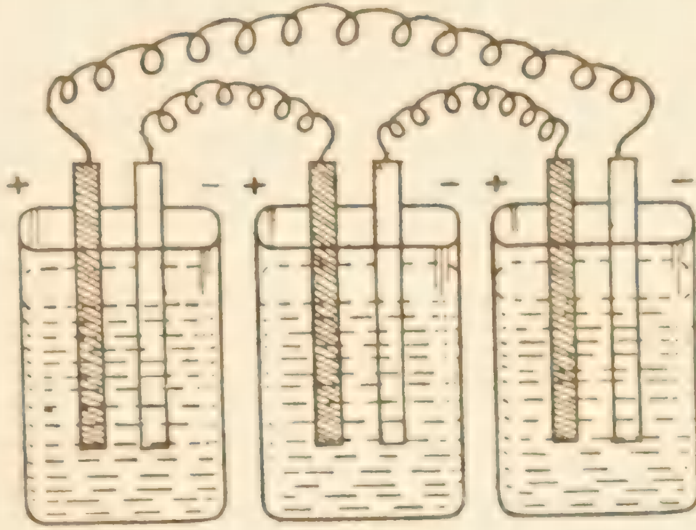


119. க்ரோவ் மின்சார பாட்டெரி: இரண்டு கலங்கள் உள்ளது.

கலங்களை இரண்டு விதமாகப் பிணைக்கலாம். ஒவ்வொரு மின்சாரக் கலத்திலும் நேர் மின் முனை ஒன்றும் எதிர் மின் முனை ஒன்றும் இருக்கின்றன அல்லவா?

முதல் கலத்தினுடைய எதிர் மின் முனையை இரண்டாவது கலத்தின் நேர் மின் முனையோடு உலோகக் கம்பி மூலமாகப் பிணைக்கலாம். அதைப்போலவே,இரண்டாவது, மூன்ருவது முதலிய கலங்களிலும் உள்ள எதிர் மின் முனையைத் தனித்தனியே மறு கலத்திலுள்ள நேர் மின் முனை

யோடு உலோகத் தகட்டினாலேனும், கம்பியினாலேனும் பிணைத்துக்கொண்டே போகலாம். அப்படிச் செய்தால், முதல் கலத்திலுள்ள நேர் மின் முனையையும் கடைசிக் கலத்திலுள்ள எதிர் மின் முனையையும் உலோகக் கம்பியினால் பிணைக்கலாம். இது ஒரு பிணைப்பு முறை. இதைத் தொடர் அடுக்கு என்று சொல்லலாம்.

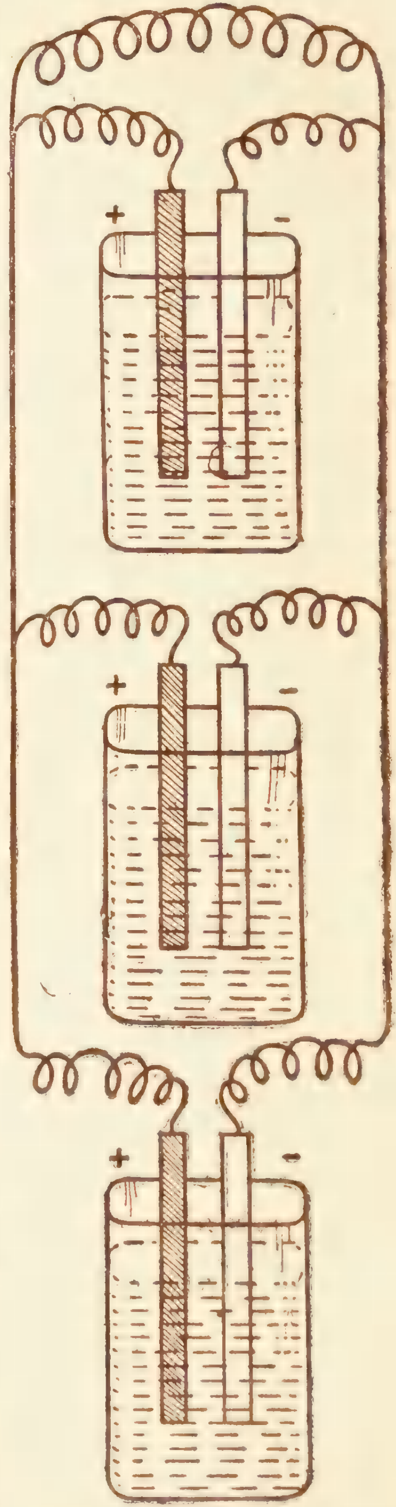


120. மின்சாரக் கலங்களின் தொடர் அடுக்கு

மற்றொரு முறையிலே, எல்லாக் கலங்களிலுமுள்ள நேர் மின் முனைகளாகிய செம்புகளையெல்லாம் ஒன்றாகப் பிணைப்பார்கள்; எதிர் மின் முனைகளாகிய துத்தநாகங்களையெல்லாம் ஒன்றாகப் பிணைப்பார்கள். பிறகு செம்புப் பிணைப்பையும் துத்தநாகப் பிணைப்பையும் ஒன்றாகப் பொருத்துவார்கள். இதற்குப் பக்க அடுக்கு என்று சொல்லலாம்.

இவ்வகை அடுக்குகளினால் வெவ்வேறான பயன்கள் கிடைக்கின்றன. தொடர் அடுக்கினால் மின்சார அழுத்தம் அதிகமாகும். இரண்டு வோல்ட்டு அழுத்தம் உடைய மூன்று கலங்களை இந்த முறையிலே அடுக்கினால், அந்தத் தொடரின் அழுத்தம் மூன்றிரண்டு, அதாவது ஆறு வோல்ட்டாக இருக்கும். பாட்டெரியிலே ஆறு கலங்கள் இருந்தால் அழுத்தம் பன்னிரண்டு வோல்ட்டாக இருக்கும். பாட்டெரியின் அழுத்தம் அதில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கலங்களுடைய அழுத்தங்களின் தொகையாக இருக்கும்.

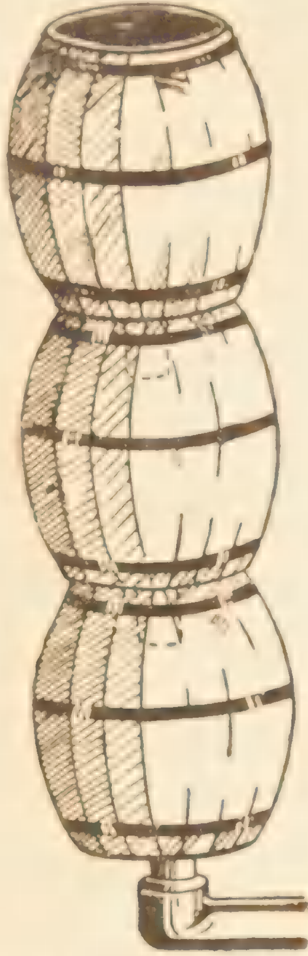
தொடர் அடுக்கினால் மின்சார ஓட்டத்தின் வேகம் எவ்வாறு மாறுபடுகிறதென்று பார்ப்போம். வெளியிலே பொருத்தப் பட்டிருக்கும் கம்பி தடிக் கம்பியாயிருந்தால், ஒரு கலமாயினும் சரி, பல கலங்களாயினும் சரி, அக் கம்பியிலே ஓடும் மின்சாரத்தின் வேகம் மாறுபடாது. ஆனால், வெளியே பொருத்திய கம்பி மெல்லிய கம்பியாயிருந்தால், ஒரு கலத்திலிருந்து உண்டாகும் மின்சார ஓட்டத்தின் வேகம் குறைவாயிருக்கும்; பல கலங்களைத் தொடராகப் பிணைத்தபோது, அவ் வேகம் மிகுதிப்படும்.



121. மின்சாரக் கலங்களின் பக்க அடுக்கு

மின்சாரக் கலத்தினின்று வெளிவரும் மின்சார ஓட்டத்தைத் தண்ணீர்த் தொட்டியின் அடிப்புறத்தினின்று குழாயின் வழியாக வெளியே வரும் நீருக்கு, ஒருவாறு, ஒப்பிடலாம். தொட்டிக் குழாயின் வாயோடு அதைக் காட்டிலும் உள் அகன்ற குழாய் ஒன்றைப் பொருத்தினால், தொட்டியினின்று வெளிவரும் தண்ணீர் தடையின்றி ஓடும். ஆனால், அப்படிப் பொருத்தப்படும் குழாய், உள் குறுகிய குழாயாயிருந்து, தொட்டிக் குழாயைக் காட்டிலும் சிறிய துவாரமுள்ளதாயிருந்தால், அதன் வழியாகத் தண்ணீர் தடைப்பட்டுத் தான் ஓடும்.

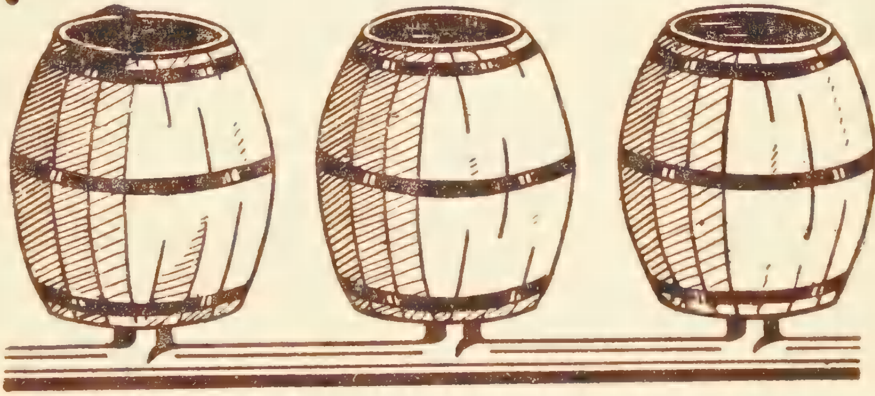
இனி, ஒரு தொட்டிக்கு மேலே அதைப்போன்ற வேறிரண்டு தொட்டிகளை வைத்தால் என்ன ஆகும்? அவற்றின் அமைப்பினால் நீரின் அளவு உயரும். உயரவே, அடித்தொட்டியிலுள்ள நீரின் அழுத்தம் அதிகமாகும். ஆதலால் அடித்தொட்டிக் குழாயின் வழி ஓடும் நீர் அதிக அழுத்தமுள்ளதாயிருக்கும். ஆனால் அதனோடு பொருந்திய குழாய் பெரிய குழாயாயிருந்தால், நீரின் ஓட்டத்திற்குத் தடையிராது. ஆதலால், அது முன்போலவே, தாராளமாக ஓடும். ஆனால், அந்த நீரின் அழுத்தம் அதிகமாயிருக்கும். தொட்டியின் அடிக் குழாயோடு பொருத்திய குழாய் சிறு குழாயா யிருந்தால், அது நீரின் ஓட்டத்தைத் தடைப் படுத்தும்; தடையைத் தள்ளிக்கொண்டுதான் நீரோட்டம் நிகழும். இந்தத் தடையை இப்போது மிகுதிப்பட்ட நீர் அழுத்தம் தள்ளுதலால், தடையை மீறிக்கொண்டு, முன்னினும் அதிகமாயுள்ள வேகத்துடன் நீரோட்டம் உண்டாகும். இதே வகையான நிகழ்ச்சிகளே மின்சாரக் கலங்களைத் தொடர் அடுக்காக அமைக்கும்போதும் உண்டாகின்றன.


122. தண்ணீர்ப் பீப்பாய்கள்: அடியில் அகன்ற குழாய்: தொடர் அடுக்கு


123. தண்ணீர்ப் பீப்பாய்கள்: அடியில் சிறு குழாய்: தொடர் அடுக்கு

கலங்களைப் பக்க அடுக்காக அடுக்கினால், அந்த ஏற்பாட்டினால், மின்சார அழுத்தம் அதிகப்படாது. ஆனால் எத்தனை கலங்கள் ஒன்றாகப் பிணைக்கப்பட்டிருக்கின்றனவோ அவற்றுக்கு ஏற்றபடி மின்சார ஓட்டம் அதிகமாய் இருக்கும்.

இதையும் நீர்-உவமானத்தால் விளக்கலாம். ஒருதொட்டியில் உள்ளநீர் ஒரு குழாயின் வழியாக விழுந்து, வேறொரு குழாயின் வழியாக ஓடுகிறது என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். அதே மாதிரியான வேறிரண்டு தொட்டிகளை அதன் பக்கத்தில் வைத்து, அவற்றினின்று விழும் தண்ணீரையும் பொதுக் குழாயின் வழியாக ஓடச் செய்தால், பொதுக் குழாயிலே தண்ணீர் அதிகமாக ஓடுமல்லவா ?



124. தண்ணீர்ப் பீப்பாய்கள்: பக்க அடுக்கு

வெளிப்புறத்திலே தடை அதிகமாயிருந்தால், அதை மீறிக்கொண்டு ஓடும்பொருட்டு, பாட்டெரியிலுள்ள கலங்களைத் தொடர் அடுக்காக வைப்பார்கள்; வெளிப்புறத்திலே தடை குறைவாயிருந்தால், அப்போது கலங்களைப் பக்க அடுக்காக வைப்பார்கள்.

டைனமோ என்னும் கருவியைக் கண்டுபிடிக்கும்வரையில் பாட்டெரிகளைக் கொண்டுதான் மின்சாரத்தை இயற்றி

வந்தார்கள். லண்டனிலே உள்ள சோதனைச் சாலையிலே, இரண்டாயிரம் மின்சாரக் கலங்கள் கொண்ட பாட்டெரி ஒன்று அமைக்கப்பட்டிருந்தது. அதை வைத்துக்கொண்டு தான் தம்முடைய ஆராய்ச்சிகளையெல்லாம் ஸர் ஹம்ப்ரி டேவி நடத்தி வந்தார்.

பாட்டெரிகளின் உபயோகங்கள்

பாட்டெரிகளினின்று உண்டாகும் மின்சார ஓட்டத்தைக் கொண்டு, வீட்டிலும், வெளியிலும், எத்தனையோ காரியங்களைச் செய்து வருகிறார்கள். பாட்டெரியினின்று உண்டாகும் மின்சாரம் வீட்டிலே மணி அடிக்கும்; வானொலிக் கருவியிலே ஒலி உண்டாக்கும்: மோட்டார்க் காரிலே விளக்கேற்றும்; அதன் எந்திரத்தின் ஓட்டத்தைத் தொடங்கச் செய்யும்; டார்ச்சு விளக்குக்களை ஏற்றும்; கடியாரங்களை ஓட்டும்; நெருப்பு விபத்து உண்டானால் தெரிவிக்கும்; ஆசுப்பத்திரி முதலான இடங்களிலே, திடீரென்று மின்சார ஓட்டம் நின்றுவிட்ட சமயங்களில், மின்சார ஓட்டத்தினால் அங்கே முன் நிகழ்ந்துவந்த எல்லாக் காரியங்களையும் நடத்திவைக்கும்; ரயில் ஸ்டேஷன்களிலே சாமான்களை ஏற்றிச் செல்லும்; சிறு டிராலிகளை ஓட்டும்; மூழ்கிக் கப்பல்கள் தண்ணீருக்குள் அமிழ்ந்திருக்கும் போது, அவற்றை ஓட்டுவிக்கும். இன்னும் இம்மாதிரியான எத்தனையோ செயல்களைச் செய்யும்.

மற்ற முறைகளும் கருவிகளும்

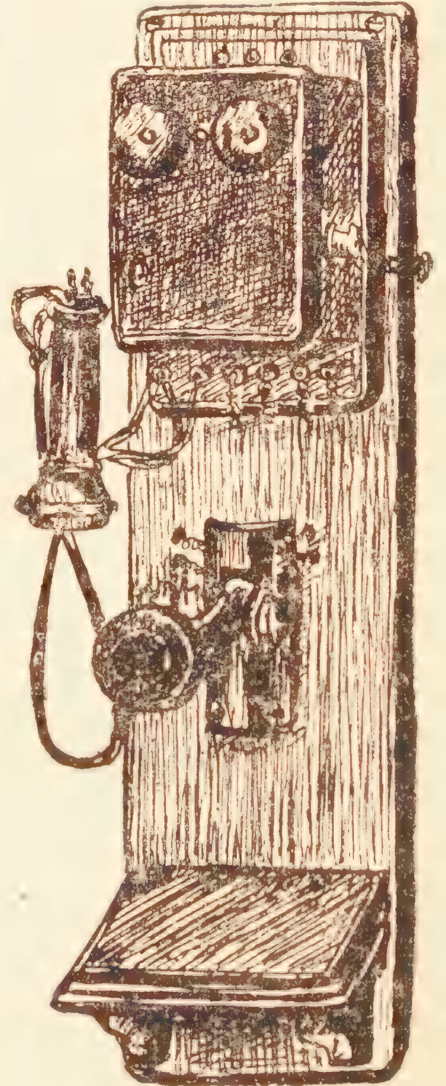
கலங்களினால் மின்சார ஓட்டத்தை இயற்றும் முறைக்கு இரசாயன முறை என்று பெயர். இதைத் தவிர, வேறு சில முறைகளாலும் மின்சார ஓட்டத்தை

உண்டாக்குகிறார்கள். வெப்பத்தாலும், வெளிச்சத்தாலும், காந்தத்தாலும் மின்சாரம் உண்டாக்கப்படுகிறது. அவற்றுள் மிகவும் முக்கியமானது காந்த சக்தியினால் மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதுதான். காந்தத்தின் மூலம் மின்சாரத்தை இயற்றும் கருவிக்கு டைனமோ என்று பெயர். இக்காலத்தில் இதைச் சாதரணமாக ஜெனரேட்டர் என்று வழங்குகிறார்கள். இம்முறைகளெல்லாம் பின்னர் விவரிக்கப்படும்.



125. மேஜையில் வைக்கப்படும் டெலிபோன்

(இதுவும், 126-ம் சிறிது காலத்துக்கு முன்வரையில் உபயோகத்தில் இருந்த டெலிபோன் வகைகள்



126. சுவர்ப்புறமாக உள்ள டெலிபோன்

13. மின்சாரத்தின் காந்தச் செயல்

மின்சார ஓட்டமானது நான்கு முக்கியமான செயல்களைச் செய்ய வல்லது. அவை காந்தச் செயல், வெப்பச் செயல், இரசாயனச் செயல், உடலியற் செயல் எனப்படும். இவற்றை ஒவ்வொன்றாகக் கவனிப்போம். முதலில் மின்சாரத்தின் காந்தச் செயலைப்பற்றி விசாரிப்போம்.

ஒரு காந்த ஊசியைச் செங்குத்தாய் நிற்கும் கழியின் ஒரு முனையில் சுழலும்படி வைத்தால், ஊசி வடக்கும் தெற்குமாகத் திரும்பி நிற்கும். அப்பொழுது மின்சாரம் ஓடும் கம்பியொன்றைத் தென்வடலாகக் காந்த ஊசிக்கு நேராக உயர வைத்தால், காந்த ஊசியானது நேர் தென்வடலை விட்டு விலகிச் சற்றே கிழமேலாகத் திரும்பி நிற்கும். மின்சாரம் ஓடும் கம்பியைத் தூர நகர்த்திவிட்டால், முனை திரும்பிய காந்த ஊசி, பழைய நினைவு வந்ததுபோல், நேர் தென்வடலாகத் திரும்பவும் வந்து நிற்கும். மின்சாரம் ஓடும் கம்பியைக் காந்த ஊசியின் அடிப்புறமாய்க் கொண்டு போய்த் தென்வடலாக நீட்டிப் பிடித்தால், அப்பொழுதும் காந்த ஊசி தன் இயற்கை நிலையை விட்டு மாறிச் சற்றே கிழக்கு மேற்காய்த் திரும்பி நிற்கும். இந்த நிகழ்ச்சியை முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தவர் எர்ஸ்ட்டெட் என்னும்



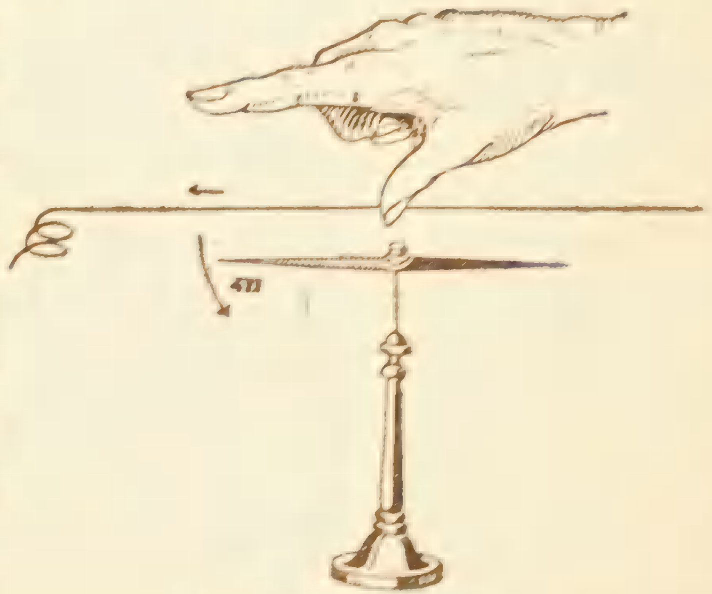
127. எர்ஸ்ட்டெட்

டென்மார்க்கு தேசத்து விஞ்ஞானி. இப்படிக் காந்த ஊசி திரும்புவதற்குக் காரணம் என்ன?

காந்த ஊசியானது ஏன் திரும்புகிறது? எந்தப் பக்கமாகத் திரும்புகிறது? எவ்வளவு திரும்புகிறது? என்னும் விஷயங்களுள் ஒன்றும் முதலில் தெரிந்துகொள்ளப்படவில்லை. இவற்றைப்பற்றிப் பிற்பாடு ஆராய்ச்சி செய்த ஆம்பேர் என்னும் பிரான்சு தேசத்து விஞ்ஞானி, இந்தச் சோதனையை மீண்டும் மீண்டும் செய்து பார்த்து, இதன் உண்மைத் தத்துவத்தைக் கண்டுபிடித்தார்.

ஆம்பேர் விதி

காந்த ஊசிக்கு நேராக மின்சாரம் ஓடும் கம்பியை வைத்தால், காந்த ஊசியின் வடமுனை கிழக்காக விலகுமா, மேற்காக விலகுமா என்பது கம்பியில் மின்சாரம் ஓடும் திக்கைப் பொறுத்திருக்கிறது என்றும்; அது விலகும்போது, எத்தனை தூரம் விலகிப்போகிறது என்பது கம்பியில் ஓடும் மின்சாரத்தின் பலத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது என்றும் ஆம்பேர் கூறினார். அதாவது, தெற்கு வடக்காக நிற்கும் காந்த ஊசிக்கு மேற்புறத்திலே, தென்புறமிருந்து வடபுறம் மின்சாரம் ஓடும்படியாகக் கம்பியை வைத்தால், காந்த ஊசியின் வடமுனையானது மேற்குப் பக்கமாகத் திரும்பும்.



128. ஆம்பேர் விதி

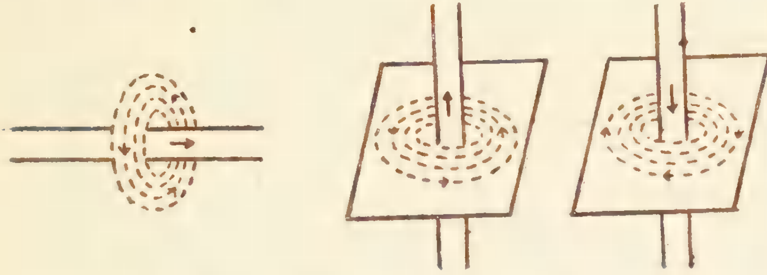
காந்த ஊசிக்குக் கீழ்ப்புறத்திலே தென்புறமிருந்து வடபுறம் மின்சாரம் ஓடும்படியாகக் கம்பியை நீட்டிப் பிடித்தால், அந்தக் காந்த ஊசியின் வடக்கு முனையானது சற்றே கிழக்குப் பக்கமாகத் திரும்பி நிற்கும். இதை மிகவும் எளிதாக நினைவில் வைத்துக் கொள்ளுவதற்கு ஆம்பேர் ஒரு வழி சொல்லிக் கொடுத்தார். அது வருமாறு: கம்பிப் பக்கமாக வலதுஉள்ளங்கையைத் திருப்பிக்கொண்டு, மின்சாரம் ஓடும் திக்கை நோக்கி ஆள்காட்டி விரலை நீட்டி வைத்துக் கொண்டால், அந்தக் கையின் கட்டை விரல் எந்தப் புறமாக நீட்டியிருக்குமோ, அந்தப் புறமாகத்தான் காந்த ஊசியின் வடமுனை திரும்பி நிற்கும். இந்த விஷயத்தை வேறு ஓர் உதாரணத்தினாலும் விளக்கிச் சொல்வதுண்டு. மின்சாரம் ஓடும் போக்கிலே, காந்த ஊசியைப் பார்த்த வண்ணமே, ஒருவன் நீந்துவானானால், காந்த ஊசியின் வடமுனையானது அவனது இடதுகைப் புறமாகத் திரும்பும். இவ்வாறு சொல்லும் விதிக்கு ஆம்பேர் விதி என்றும் நீந்துபவன் விதி என்றும் பெயரிட்டிருக்கிறார்கள்.

மின்சாரம் ஓடும் கம்பியைக் காந்த ஊசிக்கு மேலே தெற்கு வடக்காக வைக்காமல், நேர் கிழக்கு மேற்காக, அதாவது ஊசிக்குக் குறுக்காக, வைத்தால், காந்த ஊசி நிற்கும் நிலையிலே யாதொரு மாறுபாடும் நிகழ்வதில்லை.

காந்த ஊசி ஏன் திரும்புகிறது?

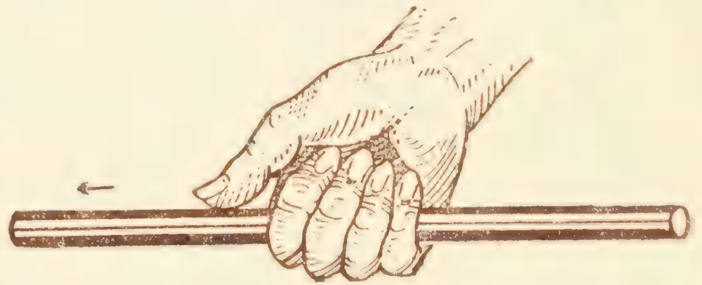
கம்பியில் மின்சாரம் ஓடினால், காந்த ஊசியில் மாறுபாடு நிகழ்வானேன்? காந்த ஊசியின் முனைகள் காந்தங்களால் கவரப்படும் என்றும், அப்படிக் கவரப்படும்போது, முனைகள் இடம் விலகி நிற்கும் என்றும் முன்னே பார்த்

தோம். ஆகையால் கம்பியில் மின்சாரம் ஓடும்போது, காந்தச் செயல் ஒன்று நிகழவேண்டும் என்று ஊகிக்கலாம். அக் கம்பியைச் சுற்றிக் காந்தப் புலம் ஒன்று ஏற்படுகிறது. அந்தக் காந்தப் புலத்திலே காந்த சக்தி ரேகைகள் இருக்கின்றன. அவை ஊசிக் காந்தத்தின் மேல் உறைக்கும் போது, அவற்றின் தன்மைக்கும், வலுவுக்கும், போக்குக்கும் ஏற்றபடி, காந்த ஊசியானது திசைமாறி நிற்கிறது. காந்த ஊசி, சக்தி ரேகைகளுக்குக் குறுக்காக நிற்காமல், அவற்றின் போக்குக்கு ஒத்து நிற்க முயலுகிறது. அதனால்தான் அது திசை மாறுகிறது.



129, 130, 131. மின்சாரக் கம்பியைச் சுற்றியுள்ள காந்தப் புலம்

மின்சார ஓட்டத்துக்கும் காந்த சக்தி ரேகைகளுக்கும் உள்ள தொடர்பு எப்பேர்ப்பட்டது? கம்பியில் மின்சாரம் ஓடும் திசை இன்னதென்று தெரியுமானால், அதை வைத்துக்கொண்டு, காந்த ரேகைகளின் போக்கு இப்படித்தான் இருக்கும் என்பதை எளிதில் தெரிந்து கொள்ளலாம். இதை ஞாபகத்தில் வைத்துக்கொள்ள எளிதான வழி ஒன்று இருக்கிறது. கம்பியில் மின்சாரம் ஓடும் திக்கை நோக்கி வலதுகைக் கட்டைவிரல் இருக்கும்படியாக வைத்துக்கொண்டால், காந்த ரேகைகள் எந்தப் போக்காக அமைந்திருக்கின்றன என்பதைக் கை விரல்கள் காட்டும்.



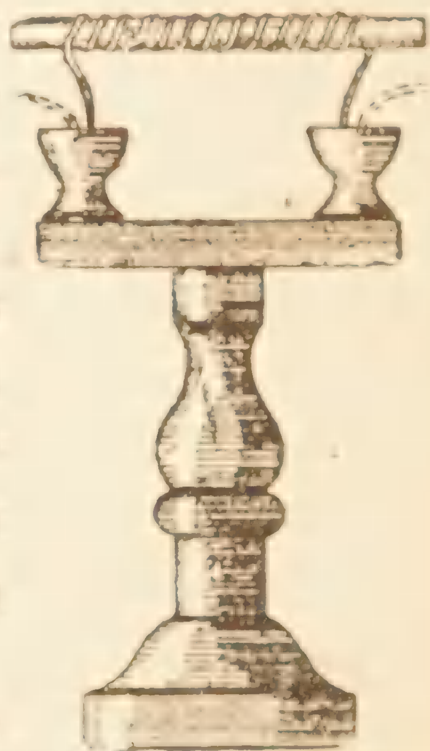
132. கம்பியில் மின்சாரம் ஓடும் திசையும், காந்த சக்தி ரேகைகளின் போக்கும்

மின்சாரக் காந்தம்

ஒரு செப்புக் கம்பியைச் சுருட்டிச் சுருட்டி, நீண்ட சுருளாகச் செய்து, அதை நூலில் கட்டித் தொங்கவிட்டால், காற்றடிப்பதற்குத் தகுந்தபடி அது ஆடும். ஆனால், அதன் வழியாக மின்சார ஓட்டத்தை நிகழச்செய்தால், அந்தச் சுருளானது காந்த ஊசியைப் போல் தென்வடலாகத் திரும்பி, நிற்கும்: மேலும் அதைப்போல வடமுனை தென்முனை என்ற இரண்டு துருவங்களை உடையதாகவும் இருக்கும். மின்சார ஓட்டம் நிகழ்வதை நிறுத்திவிட்டால், அந்தக் கம்பிச் சுருளானது தன்னிடத்தே புதிதாய்த் தோன்றிய காந்த சக்தியை இழந்து, மீண்டும் பழைய நிலையை அடைந்து, ஆடத் தொடங்கும்.



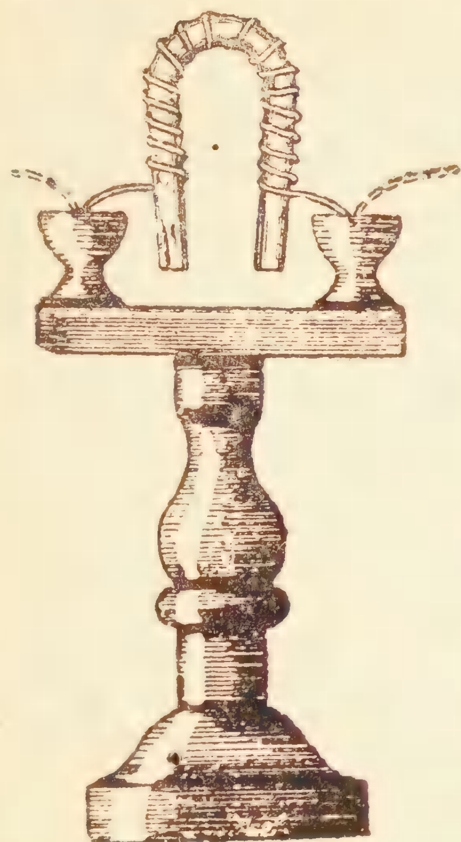
133. ஸ்டர்ஜன்



134. ஸ்டர்ஜன் முதலாவதாக அமைத்த மின்சாரக் காந்தம்: கட்டைக் காந்தம்

அதன் வழியே மீண்டும் மின்சாரத்தை ஓடச் செய்தால், அது மீண்டும் காந்தமாகி விடுகிறது. இந்த நிலையில் அந்தச் சுருளின் நடுவிலே தேன்-இரும்புக் கட்டை ஒன்றைச் செருகினால், அந்த இரும்புக் கட்டையானது காந்த சக்தியைப் பெறும். பெற்றதும், இரும்புத் துண்டுகள், ஆணிகள் முதலியவற்றை அந்த

இரும்புக் கட்டை கவருகிறது. மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்தினால், அந்தத் தேனிரும்புக் கட்டை தான் அடைந்திருந்த காந்த சக்தியை இழந்து விடுகிறது. இவ்வாறு, மின்சார ஓட்டத்தினால் தேனிரும்புக்கு ஒரு சக்தி பிறக்கிறது; ஓட்டம் நின்றால், அது மறைகிறது. இப்படியாகத் தேனிரும்பிலே தோன்றுவதாயும், அதை விட்டு நீங்குவதாயும், மின்சார ஓட்டத்தைப் பொறுத்திருப்பதாயும் உள்ள காந்தப் பண்புக்கு **மின்சாரக் காந்தப் பண்பு** என்று பெயர். மின்சார ஓட்டத்தினால் காந்தமாக நடிக்கும் தேனிரும்புக்கு **மின்சாரக் காந்தம்** என்று பெயர். இவ்வாறான காந்தங்களை முதன் முதலில் அமைத்தவர் ஸ்டார்ஜன் என்பவர்.



135. ஸ்டார்ஜன் முதலாவதாக அமைத்த மின்சாரக் காந்தம்: லாடக் காந்தம்

மின்சாரக் காந்தத்தின் வடமுனை எது?

மின்சாரம் ஓடும் கம்பிச் சுருளின் நடுவே உள்ள இரும்புக் கட்டை காந்தக் கட்டை யாகிறது என்றோம். அப்படி யாகும் இந்தக் காந்தத்தின் வட துருவம் எது? தென் துருவம் எது? இத்துருவங்கள் மின்சார ஓட்டத்தின் போக்கைப் பொறுத்திருக்



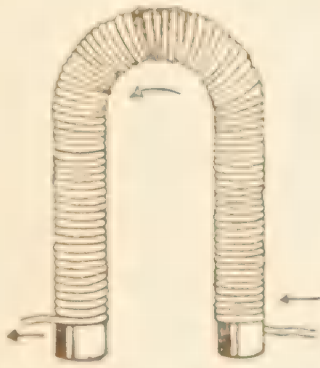
136. கம்பிச் சுருளின் நடுவே வைத்த இரும்புக் கட்டையின் வடதுருவம் எதுவென்று பார்க்க

கின்றன. எந்த முனை வட துருவமாக ஆகிறது என்பதை எளிதாகக் கண்டுபிடித்து ஞாபகம் வைத்துக் கொள்ளுவதற்கு ஒரு வழி உண்டு. கம்பிச் சுருளிலே, மின்சாரம் ஓடும் போக்காக, வலது கை விரல்களை நீட்டிக் கம்பிச் சுருளைக் கையில் எடுத்தால், வலதுகைக் கட்டைவிரல் இருக்கும் பக்கம்தான் காந்தத்தின் வடதுருவம். மற்றது தென் துருவம்.

மின்சார ஓட்டத்தைக்கொண்டு இவ்வாறு மின்சாரக் காந்தங்கள் செய்யப்படுகின்றன.

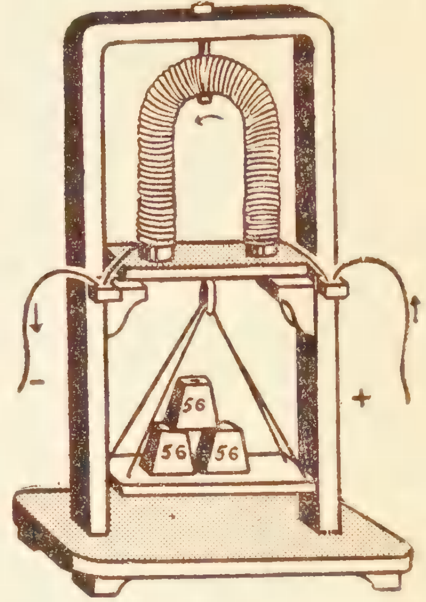
மின்சாரக் காந்தத்தின் உபயோகங்கள்

மின்சாரக் காந்தம் நமக்குப் பல வகைகளில் உதவி செய்கிறது. இரும்புத் தொழிற்சாலையிலே பழைய இரும்புச் சாமான்களை உடைக்கவும், அவற்றை வண்டிகளில் ஏற்றவும், வண்டிகளை விட்டு இறக்கவும் இதை உபயோகிக்கிறார்கள். இரும்புத் தொழிற்சாலைகளில் வேலை செய்வோரின் கண்களில், சிற்சில வேளைகளில் தெறித்துப் புகும் இரும்புத் துணுக்குகளைக் கண்களிலிருந்து எடுக்க ஒரு வகை இரும்புக் காந்தத்தை உபயோகிக்கிறார்கள்.


137. மின்சார லாடக் காந்தத்தைச் செய்யும் முறை

மின்சாரக் காந்தத்தின் உதவியால் நிலையான காந்தங்களையும் இயற்றுகிறார்கள். எப்படி யென்றால்: மின்சார ஓட்டத்தினால் பெறும் காந்த சக்தியைத் தேனிரும்பு இலகுவில் இழந்து விடுகிறது. எஃகு அவ்வாறு இழப்பதில்லை. லாட வடிவமான தேனிரும்புக் கட்டையைச் சுற்றி மின்

சார ஓட்டத்தை நிகழச் செய்தபொழுது, தேனிரும்புக் கட்டை மின்சாரக் காந்தமாகும். அந்த நிலையில் அதன் இரு முனைகளோடும் படும்படியாக, எஃகுக்கட்டை ஒன்றைச் சிறிதுநேரம் வைத்திருந்தால், அந்த எஃகுக் கட்டையானது லாடக் காந்தத்திலிருந்து காந்த சக்தியைப் பெற்று, நிலையான காந்தமாகிவிடும். மின்சாரமணி அடிப்பதும், தந்தி அடிப்பதும், டெலிபோன் பேசுவதும், டைனமோ சுழலுவதும் மின்சாரக் காந்தத்தினால் தான் ஏற்படுகின்றன. இவற்றைத் தனித் தனியாகப் பின்னர் விவரிப்போம்.

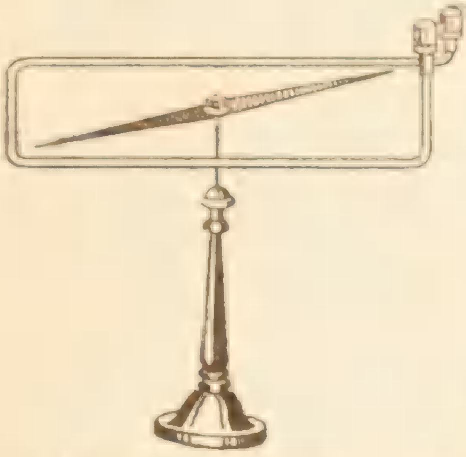


138. லாடக் காந்தம் பாரத்தைத் தூக்குதல்

மின்சார தரிசினி

மின்சாரம் காந்த ஊசியின் மேற்புறமாக ஓடினாலும் சரி, கீழ்ப்புறமாக ஓடினாலும் சரி, அது தெற்கிலிருந்து வடக்காக ஓடினாலும் சரி, வடக்கிலிருந்து தெற்காக ஓடினாலும் சரி, தெற்கு வடக்காய் நிற்கும் காந்த ஊசியை அது ஒருபுறமாகச் சற்றே விலகச் செய்யும் என்று சொன்னோம். காந்த ஊசியைச் சுற்றி, மேற்புறத்திலும் கீழ்ப்புறத்திலுமாக, மின்சாரம் ஓடும் கம்பியை அமைத்தால், அப்பொழுது என்ன ஆகுமென்று பார்ப்போம். மின்சாரமானது காந்த ஊசியின் மேற்புறமாகத் தெற்கிலிருந்து வடக்கே ஓடுகிறது என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். அப்படியானால், காந்த ஊசியின் அடிப்புறத்திலே இருக்கும் கம்பியிலே மின்சாரம் வடக்கேயிருந்து தென்புறமாகப் போகும். காந்த ஊசியின் மேற்புறத்திலே மின்சாரம் ஓடும்போது, ஆம்பேர் விதிப்படி வலது கையை வைத்துக்கொண்டால், ஆள்காட்டி விரல்

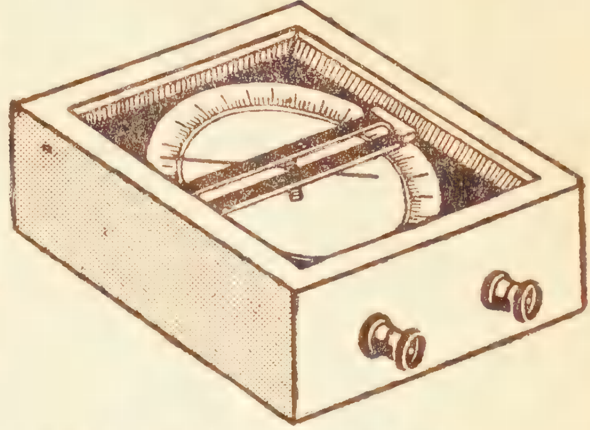
வடக்குப்புறத்தைக் காட்டும்: கட்டை விரல் மேற்குப் புறத்தைக் காட்டும். ஆதலால் காந்த ஊசியின் வடமுனையானது மேற்குப் புறமாகத் திரும்பும் என்றாகிறது. காந்த ஊசியின் அடிப்புறத்திலே ஓடும் மின்சாரத்தால் ஊசி எந்தப்புறம் திரும்பும் என்று பார்ப்பதற்கு, முன்போல, ஆம்பேர் முறையை அனுசரித்துப் பார்த்தால், வலது கையின் ஆள் காட்டி விரல் மின்சாரம் ஓடும் திக்காகிய தென்புறத்தைக் காட்டும்: கட்டை விரலோ மேற்குத் திக்கைக் காட்டும். ஆம்பேர் விதிப்படி, உள்ளங்கை ஊசிப்புறமாகத் திரும்பியிருக்கவேண்டு மென்பதை மறக்கலாகாது. ஆதலால், காந்த ஊசிக்குக் கீழே ஓடும் மின்சாரமும் காந்த ஊசியின் வடமுனையை மேற்குப் புறமாகத் திரும்பச் செய்யும். மேலோடும் மின்சார ஓட்டமும், கீழோடும் மின்சார ஓட்டமும் ஒரே புறமாய்த் தள்ளுவதினால், காந்த ஊசியின் வடமுனை இரட்டிப்பு மடங்கு தள்ளப்பட்டு, மேற்குப் புறமாக விலகுகிறது. இவ்வாறு மின்சாரம் ஓடும் கம்பியைக் காந்த ஊசியைச் சுற்றி ஐந்தாறு சுற்றாக அமைத்திருந்தால், அக்கம்பியிலே சுற்றிச் சுற்றி ஓடும் மின்சாரத்தால் காந்த ஊசியானது மேற்குப்புறமாகத் திரும்பும் அளவானது முன்னிருந்ததை விடப் பத்துப் பன்னிரண்டு மடங்கு அதிகமாகிறது.



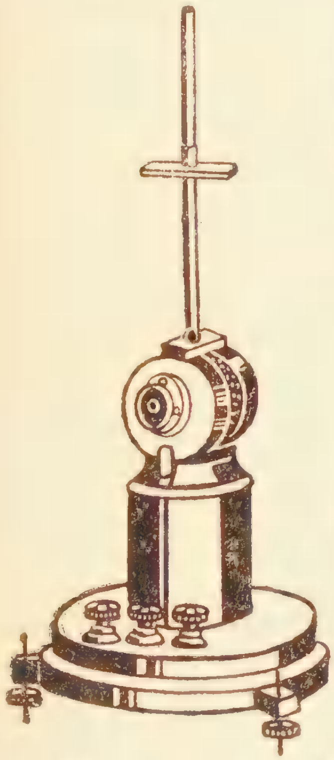
139. காந்த ஊசியைச் சுற்றி மின்சாரம் ஓடுதல்

இந்த மாதிரி அமைக்கப்பட்ட கருவியைக் கொண்டு கம்பியிலே மின்சாரம் ஓடுகிறதா என்பதையும், அப்படி ஓடினால் அது எந்த திக்கைப் பார்த்து ஓடுகிறது என்பதையும் கண்டுபிடிக்க இயலுமல்லவா?

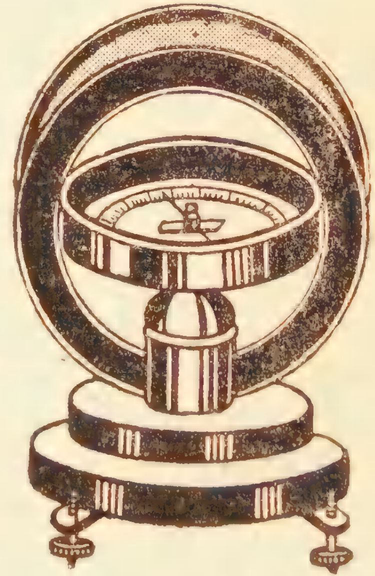
காந்த ஊசி விலகினால், கம்பியிலே மின்சாரம் ஓடுகிறது என்பதை அது காட்டும். காந்த ஊசியின் வடமுனை மேற்குப் புறமாகத் திரும்பினால், காந்த ஊசியின் மேற்புறத்திலே மின்சாரம் தெற்கேயிருந்து வடக்கே ஓடுகிறதென்றும், காந்த ஊசியின் வடமுனை கிழக்காகத் திரும்பினால், காந்த ஊசியின் மேற்புறத்திலே மின்சாரம் வடக்கிலிருந்து தெற்காக ஓடுகிறதென்றும் சொல்ல முடியும். இப்படி அமைக்கப்பட்ட கருவிக்குக் கால்வனஸ்கோப், அல்லது மின்சார தரிசினி என்று பெயர். இதை மின்காட்டி என்றும் சொல்லலாம். மின்சார ஓட்டத்தின் அளவை அளக்கும் கருவிக்கு கால்வன - மீட்டர் என்று பெயர். இதை மின் அளப்பான், அல்லது மின்சாரமானி, என்று சொல்லலாம்.



140. மின்சார ஓட்டத்தைத் துலக்கும் கருவி: கால்வனஸ்கோப்



141. ஒருவகைக் கால்வன மீட்டர்



142. மற்றொரு வகைக் கால்வன மீட்டர்

இந்தக் கருவியிலே வட்டமான தகட்டின் மேலே காந்த ஊசி ஒன்று, சுழலும் வண்ணம், வைக்கப்பட்டிருக்

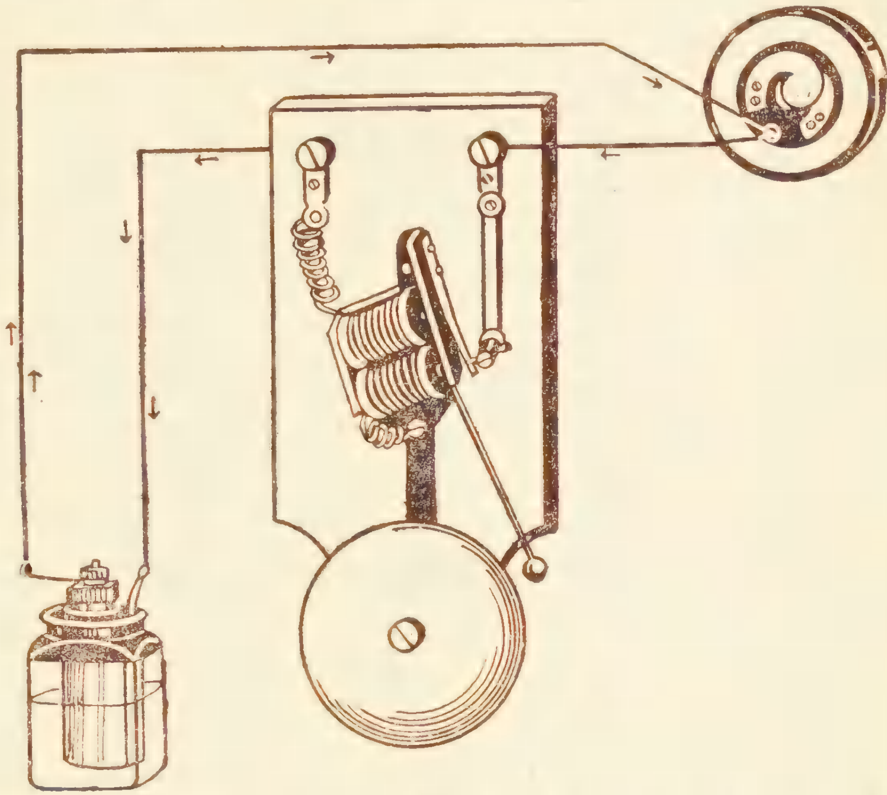
கும். அதைச் சுற்றித் தென்வடலாக ஒரு கம்பியானது, ஒரு சுற்றாகவேனும் பல சுற்றுக்களாகவேனும், அமைக்கப் பட்டிருக்கும். இந்தச் சுற்றுக்கள் எத்தனைக்கெத்தனை அதிகமாக இருக்கின்றனவோ, அத்தனைக்கத்தனை இந்தக் கருவியின் சக்தியும் அதிகமாக இருக்கும்.

ஒரு கம்பியிலே மின்சார ஓட்டம் நடைபெறுகிறதா என்பதையும், அப்படி நடைபெறுமாயின் அது செல்லும் திசை யாது என்பதையும், அதன் அளவு என்ன என்பதை யும் இந்தக் கருவியைக்கொண்டு கண்டுபிடிக்க முடியும். இதே தத்துவத்தை அடிப்படையாகக் கொண்டு கெல்வின், டார்ஸன்வால் முதலிய விஞ்ஞானிகள் பற்பல அற்புத மான மின்சார தரிசினிகளை அமைத்திருக்கிறார்கள்.

மின்சார மணி

இது மின்சாரத்தின் காந்த குணத்தினால் வேலை செய் கிறது. இதை 1850-ஆம் வருஷத்தில் ஜான் மிராண்டு என்பவர் முதன் முதலில் அமைத்தார். படத்தைப் பார்த் தால், இதன் அமைப்பும், இது வேலை செய்யும் முறை யும் விளங்கும். படத்திலே, இடது புறத்திலே ஒரு மின் சாரக் கலம் இருக்கிறது. சாதாரணமாக, மணி அடிப்ப தற்கு லெக்லாஞ்சே கலம்தான் உபயோகப்படும். இடது புறத்திலுள்ள மின்சாரக் கலம்தான் மணியை அடிப்பதற்கு வேண்டிய சக்தியைக் கொடுக்கிறது. நடுவிலே இருப்பது மின்சார மணி. அதிலே மேல் ஓரத்திலே, இடது புறம் ஒன்றும், வலது புறம் ஒன்றுமாக, இரண்டு துவாரங் கள் இருக்கும். பாட்டெரியினுடைய கரிக் கட்டையிலி ருந்து புறப்படும் கம்பியைப் படத்தின் வலது புறத்திலே

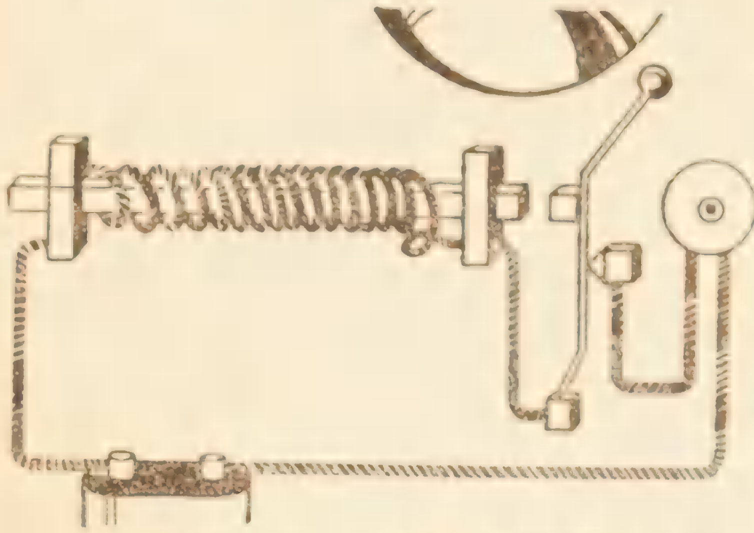
காட்டியிருக்கும் மின்சார ஸ்விச்சின் வழியாகப் போகச் செய்து, மணியின் வலது புறத்திலுள்ள முனையில் செரு கித் திருகாணியைத் திருகிக் கழன்று போகாமல் செய்ய வேண்டும். அதைப் போலவே, மின்சாரக் கலத்தின் துத்த



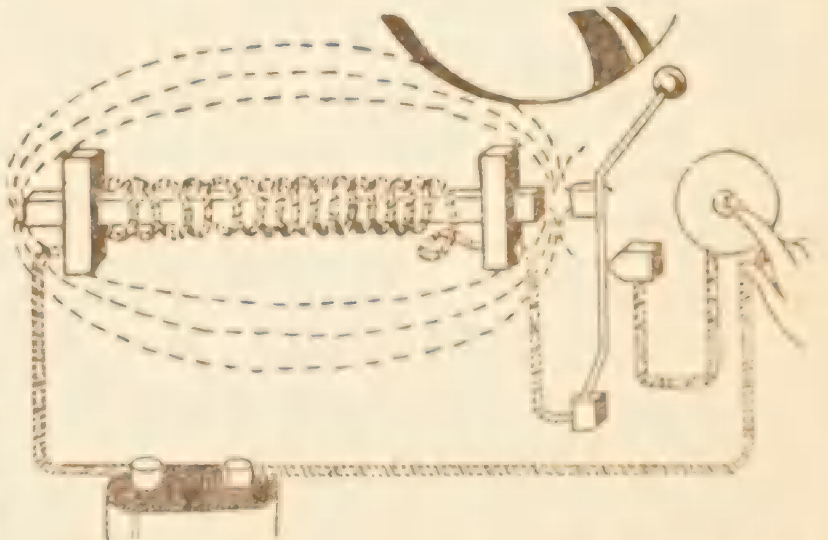
143. மின்சார மணி வேலை செய்வதை விளக்க

நாகப் பட்டையோடு பொருத்தியிருக்கும் கம்பியை மணி யின் இடது புறத்திலுள்ள துவாரத்தில் செருகித் திரு காணியைத் திருக வேண்டும். இப்பொழுது நாம் ஸ்விச்சி லுள்ள பொத்தானை அழுத்தினல், மின்சார ஓட்டத்திற்கு வழி ஏற்படுகிறது. ஆதலால், செப்புக் கட்டையிலிருந்து புறப்பட்ட மின்சாரம், ஸ்விச்சின் வழியாய்ச்சென்று, மணி யின் வலது பக்கத்தை அடையும். அங்கிருந்து தகட்டின் வழியாகக் கீழே இறங்கி, மணியின் நடுவிலே வலப்பக்கமாக உள்ள திருகாணிப்புறத்திலே செல்லும். பிறகு, அதன் மீது பட்டுக்கொண்டிருக்கும் தகட்டின் வழியாக ஓடி,

மணியின் நடுவிலே இரண்டு சுருளாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் மின்சாரக் காந்தங்களைச் சுற்றி ஓடும். அதன் பின்பு, அவற்றுக்கு இடது பக்கமாக வெளிப்பட்டு, இடது ஓரத்திலே மேற்புறத்திலேயுள்ள திருகாணியை அடைந்து, அதினின்று, கம்பியின் வழியாக, வெளியே வந்து, மின்சாரக் கலத்தின் துத்தநாகக் கட்டையை அடையும். இவ்வாறு மின்சார ஓட்டம் பூர்த்தி பெறும். இப்படி மின்சார ஓட்டம் ஓடும்போது, மணியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் கம்பிச் சுருள் சுற்றிய இரும்புக் கட்டைகளில் காந்த சக்தி பிறக்கிறது. பிறந்த உடன், அவை மணி அடிக்கும் நாவைக் கவர்கின்றன. கவர்ந்ததும், மணியின் நாவானது இடப்புறமாக இழுக்கப்பட்டு, இடையிலுள்ள ஒரு வில்லை அமுக்கிக் கொண்டு,

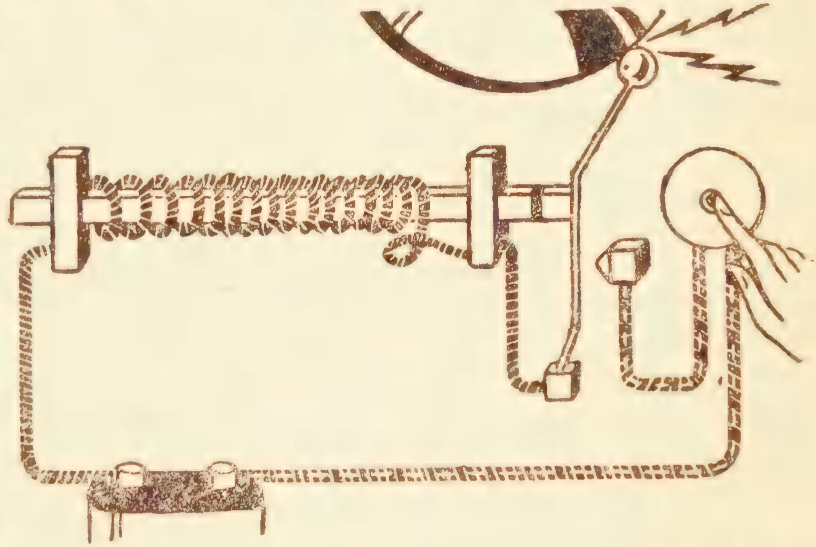


144. மின்சாரமணி வேலை செய்யும் தத்துவத்தை விளக்கிக் காட்ட: மணியின் அமைப்பு



145. ஸ்விச்சை அமுக்கினதும் மின்சார ஓட்டம் நடைபெற்று இரும்புக் கட்டை காந்தமாகிறது

மணியின்மேல் 'டிங்' என்று வந்து படுகிறது. அந்த நாவானது அப்படி இடப்புறமாக நகரும்போது, அதனோடு பொருத்தப்பட்டு, மணியின் வலப்புறத்திலேயுள்ள திருகாணியைத் தொட்டுக் கொண்டிருந்த மெல்லிய தேன் இரும்புத் தகடானது அதைவிட்டு நீங்குகிறது. நீங்கினதும், மின்சார ஓட்டத்தின் தொடர்ச்சி விட்டுப் போகிறது. விட்டுப்போகவே, மின்சார ஓட்டம் நிகழ்வதற்கு வழியில்லை. ஆதலால், ஓட்டம் நின்றுவிடுகிறது. நின்றதும், மின்சாரக் காந்தங்களில் தோன்றியிருந்த காந்த சக்தி நீங்கி விடுகிறது. அவை காந்த சக்தியற்றுப் போகவே, மணியின் நாவை முன்போல் கவர முடியாமற் போகின்றன. அந்தக் கவர்ச்சியினால் முன்னால் இழுத்து அழுத்தப் பட்டு, அழுந்திக் கிடந்த



146. காந்தம் மணியின் நாவை இழுத்து மணியில் அடிக்கச் செய்கிறது.

வில்லானது, கவர்ச்சி நீங்கினஉடன், அந்த நாவை எதிர்ப்புறமாகத் தள்ளுகிறது. தள்ளவே, அந்த நாவானது முன்போல் வலப்புறமாக விலகுகிறது. அதனால் அதனோடு பொருத்திய தகடு, மீண்டும், வலப்புறத்திலுள்ள திருகாணியை வந்து தொடுகிறது. தொட்டதும், முன்போல் தொடர்ச்சி ஏற்பட்டு, மின்சாரம் ஓடுவதற்கு வழி உண்டாகி, மின்சாரஓட்டம் நடைபெறுகிறது. அப்போது முன்போன்ற நிகழ்ச்சிகள் மீண்டும் நிகழ்கின்றன. அதாவது, மின்

சார மணியின் நாவானது கவரப்பட்டு, மணியை அடிக்கிறது. அடிக்கும்போது, மீண்டும் மின்சாரத் தொடர்ச்சி விட்டுப்போகிறது. உடனே அந்த நா மறுபடியும் பழைய இடத்திற்கு வந்துவிடுகிறது. இந்நிகழ்ச்சிகள் யாவும் வெகு துரிதமாக நடைபெறுகின்றன. ஆகையால், நாம் விரலால் மின்சார ஸ்விச்சின் பொத்தானை அழுத்திக்கொண்டிருக்கும் சில விநாடிகளுக்குள் 'டிரிங் டிரிங்...ங்...ங்......' என்ற ஓசை தொடர்ந்து கேட்கிறது. ஸ்விச்சை அழுத்திய விரலை எடுத்ததும், மின்சார ஓட்டம் நடை பெறுவதற்கு வழியில்லாமல், மணி அடிப்பது நின்றுபோய் விடுகிறது.

வீடுகளிலே வேலைக்காரர்களைக் கூப்பிடுவதற்கும், கடைகளிலே சாமான் வாங்குவதற்கு ஆட்கள் வந்திருக்கிறார்கள் என்பதைத் தெரிவிப்பதற்கும், டெலிபோனிலே பேச விரும்பும் ஒருவர் டெலிபோன் மூலம் மற்றொருவரைக் கூப்பிடுகிறார் என்பதைத் தெரிவிப்பதற்கும் மணிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இந்த மணிகள், பொதுவாக, மேலே கூறியபடியேதான் அமைந்தவை. மின்சார ரயில் பாதையிலே குறிப்பிட்ட சிற்சில பிரதேசங்களிலே ரயில் ஓடுகிறதென்று காட்டுவதற்கும் மின்சார மணியை உபயோகிக்கிறார்கள். வீட்டில் திருடர் நுழையும்போதும், நெருப்புப் பிடித்துக் கொள்ளும்போதும் எச்சரிக்கை செய்வதற்கும் மின்சார மணிகள் உபயோகப்படுகின்றன.

தந்தி

மிகப் பழங் காலங்களிலே, ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்கு, அவசரமாகச் செய்தி அனுப்ப வேண்டியிருந்தால் ஆள் வசம்தான் அனுப்ப முடியும். ஆட்கள், ஓடோடி-

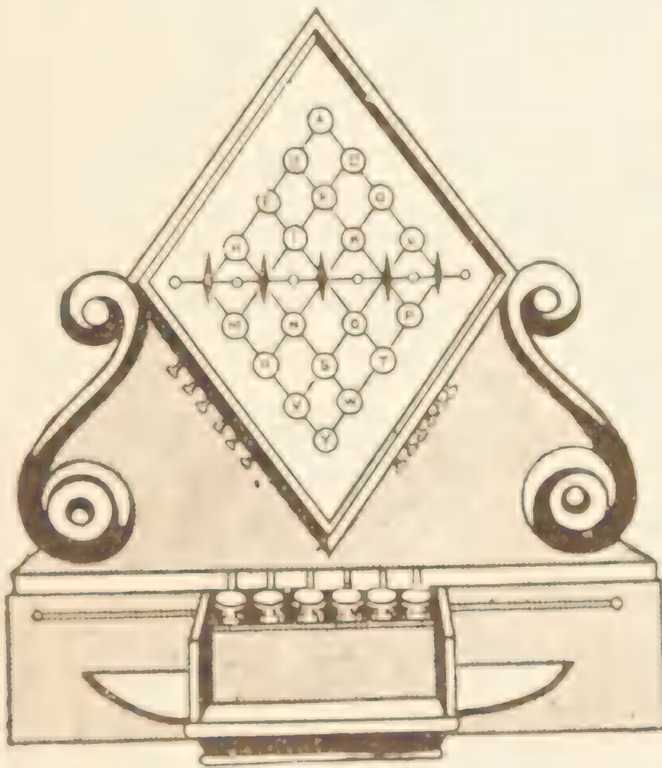
யும் சென்று, ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோரிடத்திற்குச் செய்தியைக் கொண்டு சேர்த்தார்கள். பிற்காலங்களிலே, குதிரையின் மீதேறி நாற்கால் பாய்ச்சலாய்ச்சென்று, செய்தியைத் தெரிவித்து வந்தார்கள். பின்னால், புறாக்களையும் செய்தி எடுத்துச் செல்லப் பழக்கினார்கள். சில இடங்களிலே சில சங்கேத ஓசைகளை அமைத்துக்கொண்டு, பறை முதலான ஓசைக் கருவிகளை அங்கங்கே பரண்மேல் அமைத்து, அவைகளின் மூலமாகச் செய்திகளைப் பரப்பினார்கள். மிக மிகப் பிற்பட்ட காலத்திலே, சில சங்கேத ஒளிகளை அடையாளமாக வைத்துக் கொண்டு, கண்ணாடி முதலியவற்றால் சூரிய வெளிச்சத்தைப் பிரதிபலிக்கச் செய்தும், செய்திகளை அனுப்பி வந்தார்கள்.

கம்பியிலே ஓடும் மின்சாரத்தினால், காந்தஊசியானது, ஓட்டத்தின் திசைக்கேற்ப, வலமோ, இடமோ, திரும்புகிறதென்று தெரிந்தது. பிறகு, இதை ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டு, மின்சாரக் கருவி யொன்றை அமைத்தார்கள். மின்சார ஓட்டத்தை ஒரு புறமாகவோ மறு புறமாகவோ, வேண்டியபடி ஓடச்செய்து, அதற்கேற்பக் காந்த ஊசியை, வலப்புறமாகவோ, இடப்புறமாகவோ, திரும்பச் செய்தார்கள்.

காந்த ஊசிக்கு மேற்புறத்தில் மட்டும் ஓடும் மின்சாரம் காந்த ஊசியை ஓரளவு விலகச் செய்கிறது என்றும்; காந்த ஊசியின் அடிப்புறத்திலும் அந்த மின்சார ஓட்டம் ஓடுமானால், அப்பொழுது, அந்தக் காந்த ஊசியின் விலக்கம் அதிகமாகும் என்றும்; அந்த ஊசியைச் சுற்றியுள்ள கம்பியிலே எத்தனை சுருள்கள் காந்த ஊசியைச் சுற்றி ஓடுகின்

றனவோ அத்தனை மடங்கு காந்த ஊசியின் விலக்கமும் அதிகமாகும் என்றும் பார்த்தோம். முதன் முதலிலே அமைக்கப்பட்ட மின்சாரக் கருவியிலே ஐந்து காந்த ஊசிகள் வைக்கப்பட்டிருந்தன. ஒரே சமயத்தில் இரண்டு காந்த ஊசிகள் திரும்பும்படியாக அது அமைக்கப்பட்டிருந்தது. அப்படி அவை திரும்பும்போது, அக்கருவியின் முகப்பட்டையிலே எழுதப்பட்டிருந்த எழுத்துக்களில் ஏதாவதொரு எழுத்தை அவ்விரண்டுமாகச் சேர்ந்து சுட்டிக் காட்டிக் குறிக்கும்.

உதாரணமாக, ஐந்து ஊசிக்கருவியின் நடுமையத்திலுள்ள காந்த ஊசியின் மேல் முனையானது வலப்புறமாகவும், அக்கருவியின் வலது ஓரத்திலுள்ள ஊசியின் மேல் முனையானது இடப்புறமாகவும் திரும்புகின்றன என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். அப்பொழுது அவ்விரண்டுமாகச் சேர்ந்துகுறிக்கும் எழுத்து முகப் பட்டையிலுள்ள G என்னும் எழுத்து. கருவியின் நடுவிலுள்ள ஊசியின் கீழ்முனை வலப்புறமாகவும், (அதாவது அதன் மேல்முனை இடப்புறமாகவும்), அதற்கு அடுத்தாற்போல் வலது புறமாக உள்ள ஊசியின் கீழ்முனை இடப்புறமாகவும் (அதா



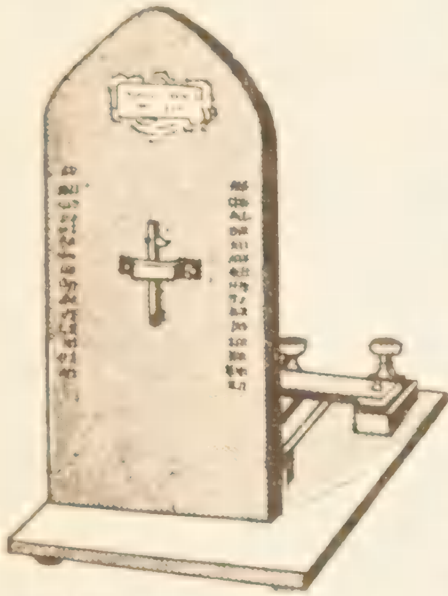
147. ஐந்து ஊசியுள்ள தந்திக் கருவி

வது அதன் மேல் முனை வலப்புறமாகவும்) திரும்பினால் அவ்விரண்டு ஊசிகளுமாகக் காட்டும் எழுத்து முகப்பட்டையிலுள்ள O என்னும் எழுத்து. இடது ஓரத்திலிருந்து இரண்டாம் ஊசியின் மேல்முனை வலப்புறமாகவும், வலது ஓரத்திலுள்ள ஊசியின் மேல்முனை இடப்புறமாகவும் திரும்பினால், அவ்விரண்டுமாகக் காட்டும் எழுத்து முகப் பட்டையிலுள்ள D என்னும் எழுத்து. இம்மூன்று எழுத்துக்களுமாகச் சேர்ந்து G O D என்றாகும்.

இவ்வகைக் கருவியிலுள்ள ஐந்து ஊசிகளையும் ஆடச் செய்வதற்கு ஐந்து தந்திக்கம்பிகள் அவசியமாய் இருந்தன. இத் தந்திக் கம்பிகளையும் வேண்டியபடி அமைத்துக் கொண்டார்கள். இவ்வாறு அமைக்கப்பட்ட கருவியைக் கொண்டுதான் செய்திகளை அனுப்பி வந்தார்கள். இப்படி இருக்கையில், ஒரு சமயம் இரண்டு ரயில்வே ஸ்டேஷன்களுக்கிடையிலுள்ள ஐந்து தந்திக்கம்பிகளில் மூன்று கம்பிகள் திடீரென்று அறுபட்டுப்போயின. அப்போது தந்தி அடிப்பவர்கள் செய்தி அனுப்புவதை நிறுத்துவதற்கில்லை. அவசரச் செய்திகளை அனுப்பவேண்டிய அவசியமானது அவர்களுக்கு ஒரு தூண்டு கோலாயிருந்தது. பழைய வழி அடைபட்டால் புதுவழி பிறக்கும் அல்லவா? ஆதலால் அவர்கள் முயன்று, ஒரு புது ஏற்பாட்டைக் கற்பித்துக் கொண்டார்கள். இரண்டு காந்த ஊசிகளை மட்டிலும் வைத்துக்கொண்டு வேலையைச் செய்து முடித்தார்கள்.

அதன்பிறகு சங்கேதங்களைச் சௌகரியமாய் அமைத்துக்கொண்டால், ஒரே ஒரு ஊசியைக் கொண்டே செய்திகளை அனுப்பமுடியும் என்று கண்டுபிடித்தார்கள். அந்தப்

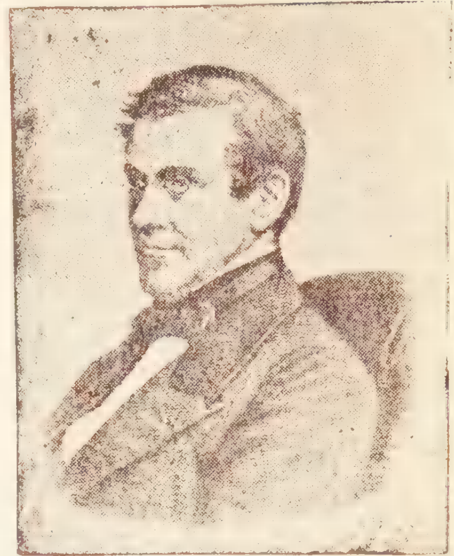
படி செய்தும் வந்தார்கள். அவ்வகையாய் வேலைசெய்வதற்கென்று பலவகைக் கருவிகளை இயற்றினார்கள். அவற்றுள் ஒரு வகை படத்தில் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. மற்றொரு வகையில் ஊசி வலது பக்கம் திரும்பினால், அதைப் புள்ளி என்றும், இடது பக்கம் விலகினால் அதைக் கோடு என்றும் வைத்துக்கொண்டார்கள். அப்படி ஊசியை ஒரு முறையோ, இரு முறையோ, மும்முறையோ, நாலு முறையோ விலகச் செய்து அவற்றிற் கேற்ப எழுத்துக்களை அமைத்துக் கொண்டார்கள். அப்பொழுதுங் கூட மின்சார ஓட்டம் போவதற்கு என ஒன்றும், வருவதற்கு என ஒன்றுமாக இரண்டு தந்திக் கம்பிகள் வேண்டியிருந்தன. 1838-ஆம் வருஷத்திலே மியூனிக் நகரத்தைச் சேர்ந்த ஸ்டைன்ஹைல் என்பவர் கம்பியின் இரு கோடிகளையும் உலோகத் தகடுகளோடு பிணைத்துப் பூமியிலே புதைத்து விட்டால், கம்பியின் வழியாக ஓடும் மின்சாரம் பூமியின் வழியாகத் திரும்பி வந்துவிடும்: மின்சாரம் திரும்பி வருவதற்கென்று வேறொரு தனிக் கம்பி வேண்டியதில்லை என்று கண்டு பிடித்தார்.



148. ஒரு ஊசியுள்ள தந்திக் கம்பி

இம்மாதிரியான ஏற்பாட்டை அமைப்பதற்கு இங்கிலாந்திலே காரணமாயிருந்தவர் குக், வீட்ஸ்டன் என்னும் இரண்டு பேர். அவர்களுள் குக் என்பவர் நமது நாட்டிலே சில காலம் ராணுவ வேலையில் அமர்ந்திருந்தவர்.

கிட்டத்தட்ட இதே காலத்தில், அதாவது 1831-வது வருஷத்தில், அமெரிக்காவில், மோர்ஸ் என்பவர் வேறு வகையான சில ஆராய்ச்சிகளை நடத்தி வந்தார். அவர் ஓவிய விற்பன்னர். ஐரோப்பாவிலுள்ள மிகச் சிறந்த ஓவியங்களைப் பார்த்துவிட்டுக் கப்பல் மார்க்கமாகத் தம் நாட்டிற்குத் திரும்பும்போது, அக் காலத்தில் ஸ்டர்ஜன் கண்டுபிடித்திருந்த மின்சாரக் காந்தத்தைப் பற்றிப் பேச்சு வந்தது. அந்த அமைப்பை ஆதாரமாக வைத்துக் கொண்டு, மோர்ஸ், முயன்று முயன்று, தந்தியனுப்பும் கருவியொன்றை நிருமித்து முடித்தார். 1844-ஆம் வருஷத்திலே வாஷிங்டன் நகரத்துக்கும் பால்ட்டிமோர் நகரத்துக்கும் இடையேதான், முதன் முதலில், தந்தி ஏற்பாடு அமைக்கப்பட்டது. இங்கிலாந்திலும் 1850-ஆம் வருஷம்முதல் அந்த ஏற்பாட்டையே பின் பற்றத் தொடங்கினார்கள்.



149. வீட்ஸ்ட்டன்



150. மோர்ஸ்

முதலிலே சங்கேதப் புள்ளிகளையும், கோடுகளையும், ஊசியின் அசைவைக் கொண்டே, கண்ணால் கவனித்து வந்தார்கள். பிறகு ஊசியை அசைக்கும் எந்திரத்தின் ஓசையைக்

கொண்டே செய்திகளைக் கேட்க முடியும் என்பது தெரிய வந்தது. புள்ளியைக் குறிக்கும் ஓசை கட என்றும், கோட்டைக் குறிக்கும் ஓசை கட்டு என்றும் காதுக்குத் தெளிவாகக் கேட்டது. இதில் சௌகரியம் அதிகம். ஏனென்றால், பழைய ஏற்பாட்டில் தந்தியைக் கவனிக்கும்பொழுது, கருவியிலேயே கண்ணாயிருந்தாலன்றி வேலைசெய்ய முடியாது. புதிய ஏற்பாட்டில் காதால் தந்தியைக் கேட்டுக்கொண்டும், கண்ணால் எழுதுவதைப் பார்த்துக்கொண்டும் தந்திச் செய்தியை எழுதி வைக்க முடியும்.

ஆகையால், தந்தியை ஏற்கும் இடத்திலே காந்தஊசி ஒன்றும் வேண்டியதில்லை. நிமிஷத்துக்கு முப்பது வார்த்தை வீதம் இக்கருவியினால் தந்தி அடிக்கமுடியும். இதன் பிறகு, தந்தியடிக்கும் முறைகள், மேன்மேலும், விருத்தியடைந்தன. ஹ்யூஸ் என்பவர், அனுப்பப்படும் தந்தியை ஏற்கும் இடத்தில், அப்படியே அச்சடித்துவிடும் கருவியொன்றை அமைத்தார். அவர் அமைத்த கருவியின் மூலமாக ஒரு நிமிஷத்திற்குச் சுமார் 220 எழுத்துக்களை, அதாவது சராசரி 40 வார்த்தைகளை, தந்தி மூலமாக அனுப்ப முடியும். இக்காலத்தில் சில அற்புதமான கருவிகளை அமைத்திருக்கிறார்கள். அவற்றின் துணையைக் கொண்டு, ஒரே கம்பியில், ஒரே சமயத்தில், நாலு செய்திகளை அனுப்ப முடியும். அவற்றுள் இரண்டு செய்திகள் ஒரு புறமாகவும், வேறு இரண்டு செய்திகள் அவற்றிற்கு எதிர்ப்புறமாகவும் அனுப்பப்படும்.

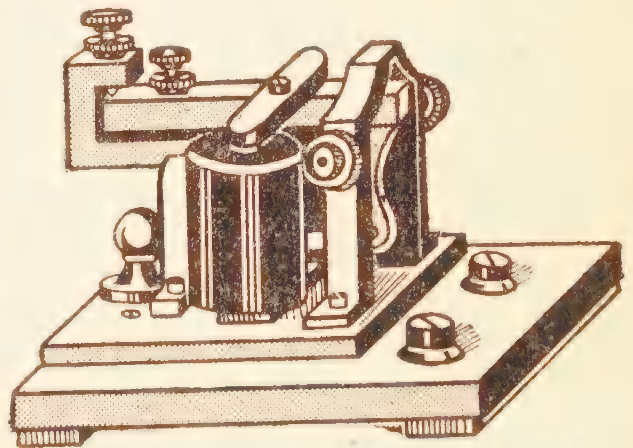


151. ஹ்யூஸ்

முதலிலே தந்திக் கம்பிகளைப் பூமியிலே புதைத்து வந்தார்கள். அதனால் கம்பிகள் கெட்டுப்போயின. மேலும், தூரம் அதிகமாக அதிகமாக, கம்பிகளின் வழியாக ஓடும் மின்சார . ஓட்டமும் பலம் குறைந்து வந்தது. இப் பொழுது தந்திக் கம்பிகள் எல்லாம் தலைக்கு மேலாகவே போடப்படுகின்றன.

மோர்ஸ் ஏற்பாட்டின்படி, தந்தி அனுப்பும் ஊரிலே வைக்கப்பட்ட, சாவி எனப்படும், தந்தி அடிக்கும் கருவி யானது வெகு தூரத்திற்கப்பாலுள்ள மற்றேரூரில் வைக் கப்பட்டிருக்கும் ஒலிக் கருவியை, மின்சார மூலமாக, அசைக்கிறது.

ஒலிக் கருவியில் இரண்டு மின்சாரக் காந்தங்கள் வைக் கப்பட் டிருக்கின்றன. அவற்றின் பக்கத்திலே தேனிரும் பினாலாகிய ஆர்மச்சர் ஒன்று ஆடும்படியாக வைக்கப்பட் டிருக்கிறது. சாவியின் பொருத்தியை அழுத்தினால் பாட்டெரியிலிருந்து உண் டாகும் மின்சார ஓட்டமா னது சாவியோடு பிணைக்கப் பட்ட கம்பியின் வழியாகச் செல்லும்; அக்கம்பியின் வழியே மறு ஊரை அடையும்; அங்கேயுள்ள ஒலிக் கருவி யில் புகுந்து, அதிலே மின்சாரக் காந்தத்தைச் சுற்றி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் கம்பிச் சுருளின் வழியாய் ஓடிச் சென்று, கடைசியாகப் பூமியை வந்து அடையும்.



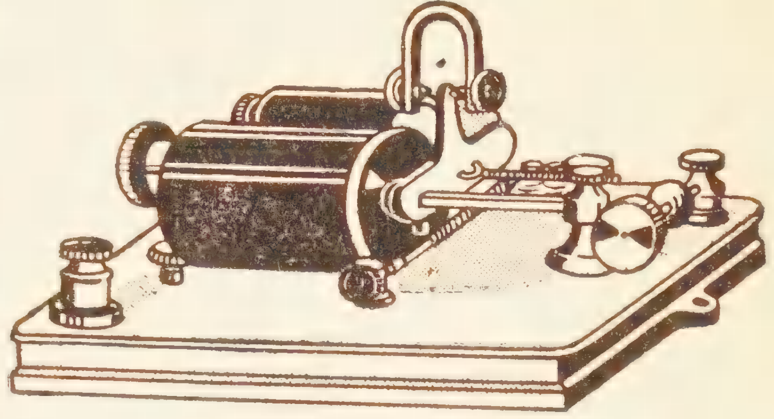
152. தந்தி அடிப்பதற்கு உதவும் ஒலிக்கருவி

அந்த மின்சார ஓட்டம் மின்சாரக் காந்தத்தைச் சுற்றி ஓடும்போது, மின்சாரக் காந்தமானது காந்த சக்தியைப் பெற்று, தன் பக்கத்திலே உள்ள ஆர்மச்சர் என்னும் தேனிரும்புக் கட்டையை வெடுக்கென்று இழுக்கிறது. இழுத்ததும், அந்தத் தேனிரும்புக் கட்டையானது பக்கத்திலுள்ள ஒரு திருகாணியின்மேல் டக்கென்று வந்து அடிக்கிறது. சாவியை அழுத்திக்கொண்டிருக்கும் கையை எடுத்து விட்டால், பாட்டெரியிலிருந்து மின்சாரத் தொடர்ச்சி விட்டுப் போகிறது. விட்டுப்போகவே, மின்சாரக் காந்தமானது காந்தசக்தியை இழந்து, ஆர்மச்சரைக் கவர வன்மையற்றுப் போகிறது. அதே சமயத்தில், ஆர்மச்சரின் மறு கோடியில் பிணைக்கப் பட்டிருக்கும் வில் ஒன்று அதை இழுக்கிறது. இழுக்கவே, ஆர்மச்சர் மீண்டும் பழைய இடத்திற்கு வந்து விடுகிறது. சாவியைத் துரிதமாய் அமுக்கி விட்டால் கட வென்ற ஓசை கேட்கும். அதைச் சற்றுநேரம் அழுத்திப் பிடித்தால் கட்டு என்ற ஓசை கேட்கும். இப்படியாக அதை வேண்டியபடி ஓசை உண்டாக்கச் செய்து தந்தி அனுப்புகிறார்கள்.

தூரதேசத்தோடு தந்தி பேசும் முறை

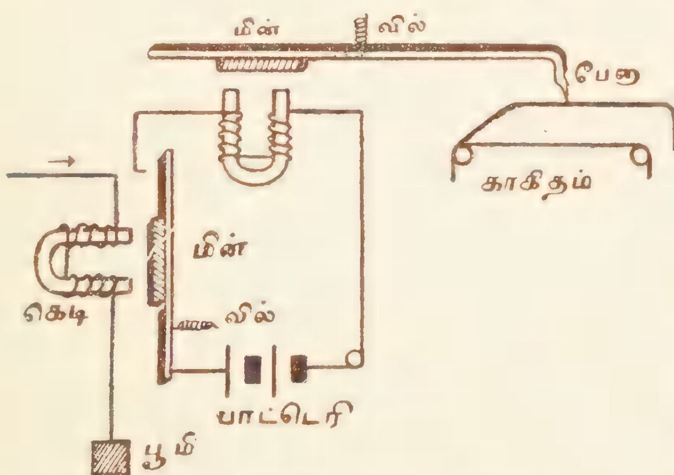
வெகு தூரத்திற்கப்பாலுள்ள ஒரு ஊருக்குத் தந்தி அனுப்பும்போது, கம்பியின் வழியாகச் செல்லும் மின்சார ஓட்டம் சிறிது சிறிதாகப் பலம் குறைந்துகொண்டே வந்து, தூரதேசத்திலுள்ள ஆர்மச்சரைக் கவர வன்மையற்றதாக ஆகிவிடும். இதை நிவர்த்திப்பதற்காக ஓர் ஏற்பாடு செய்திருக்கிறார்கள். தபால் வண்டிப் பிரயாணத்தில் வழியிலே உள்ள ஊர்களில் கெடிகளை அமைத்து, அக் கெடிகளிலே

மாடுகளை மாற்றுவதை இதற்கு ஒருவாறு ஒப்பிடலாம். ஆகையால் இந்த ஏற்பாட்டைக் கேடி என்று சொல்லலாம். அனுப்பும் ஊரிலுள்ள சாவியானது இடையிலே உள்ள ஓர் ஊரில் அமைக்கப் பட்டிருக்கும் கெடி என்னும் கருவியை வேலை செய்யத் தூண்டி, அதனால் மீண்டும் வலுப்பெற்று விடுகிறது. மிகவும் பலம் குறைந்த மின் சார ஓட்டம் அதன் வழியே சென்றாலும்கூட வேலை செய்யக் கூடியதாய் அந்தக் கெடிக் கருவி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.



153. தந்திக் கெடிக் கருவி

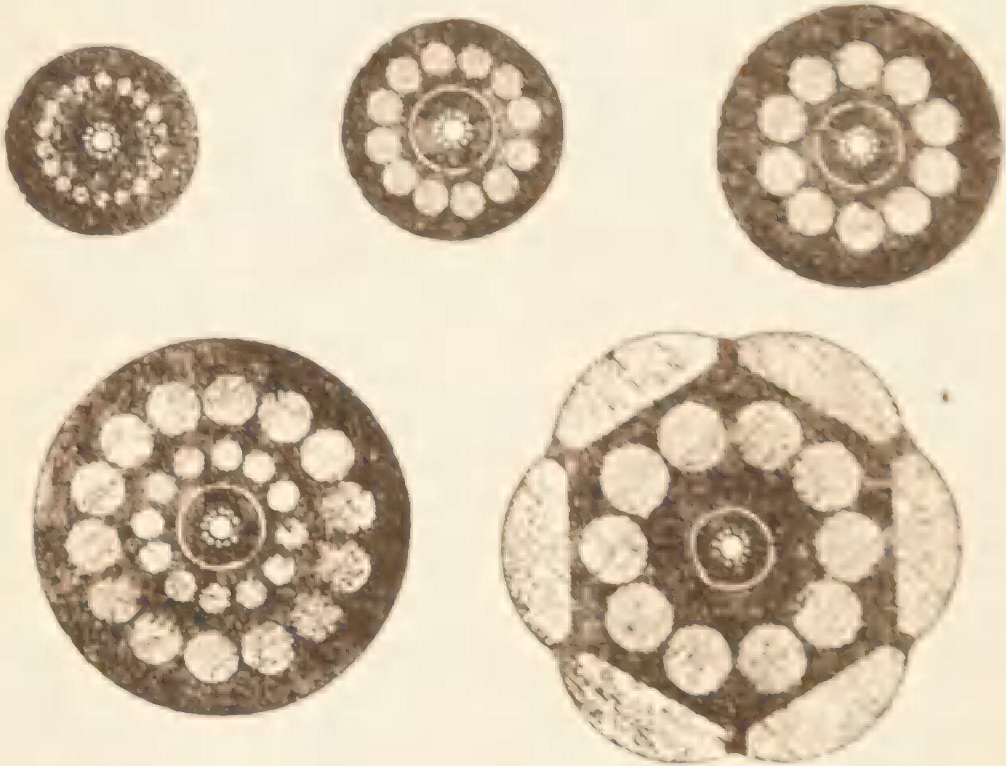
கெடி என்பது ஆர்மச்சரும், மின்சாரக் காந்தமும் கொண்ட கருவி. அதனோடு பாட்டெரி ஒன்றும், ஒலிக் கருவி ஒன்றும் பிணைக் கப்பட்டிருக்கும். பலம் குறைந்து போன மின் சார ஓட்டம் அதிலுள்ள ஆர்மச்சரைக் கவர்ந்து, அதனால் வேறொரு மின் சாரத் தொடர்பை உண் டாக்குகிறது. அப்பொழுது அந்தக் கருவியில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் பாட்டெரியிலிருந்து பலத்த மின் சார ஓட்டம் உண்டாகிறது. உண்டாகி, அந்தத் தொடர்



154. கெடி வேலை செய்வதை விளக்கும் படம்

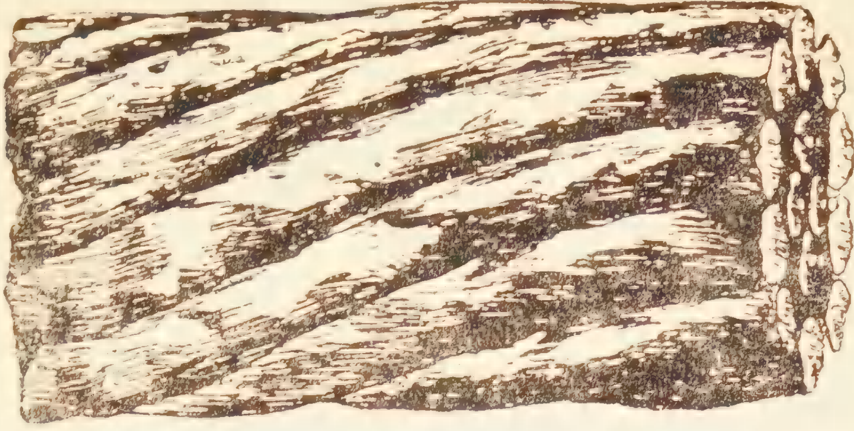
பின் வழியாக நிகழ்கிறது. இவ்வாறு புதியதும் சக்தி பொருந்தியதுமான மின்சார ஓட்டம் ஒன்றை நேரச் செய்வதே கெடிக் கருவி செய்யும் வேலை.

தந்தியனுப்பும் ஊரிலே சாவியை அமுக்கி, மின்சார ஓட்டத்தை உண்டாக்கினால், அந்த மின்சார ஓட்டம் கம்பியின் வழியாகக் கெடியை அடைந்து, அதிலுள்ள மின்

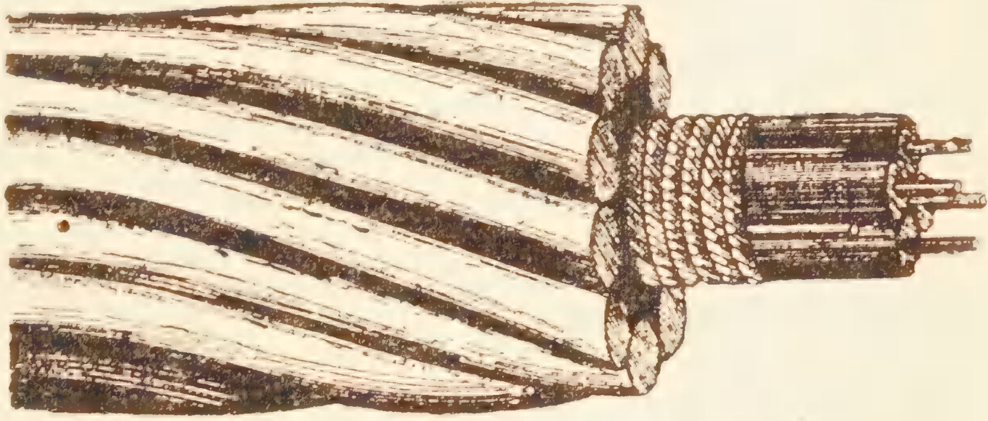


155, 156, 157, 158, 159. கேபிளின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்: நடுக்கடலிருந்து கரையோரம் வரை, வரவரக் கனமும், காப்பும் மிகுவதைக் காட்டியிருக்கிறது.

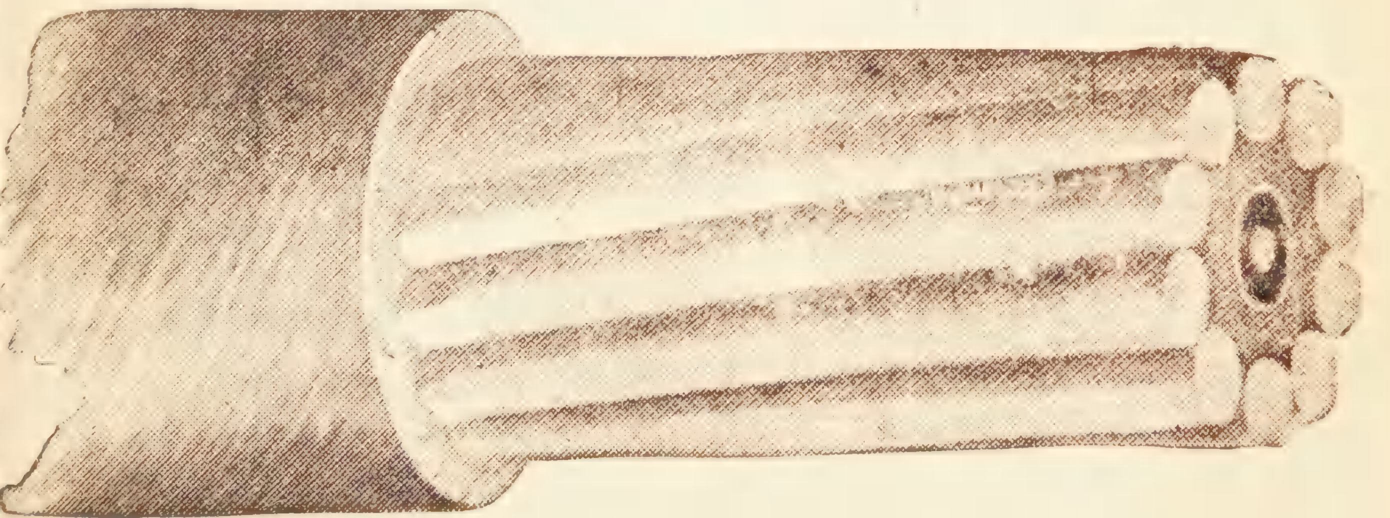
காந்தத்தைக் காந்தமாக்கி, அதன் பக்கத்திலுள்ள ஆர்மச்சரை இழுக்கிறது. அதனால், அதனோடு பிணைக்கப்பட்ட பாட்டெரியிலிருந்து புறப்படும் பலமுள்ள மின்சார ஓட்டம், ஒலிக் கருவியின் வழியாக ஓடி, ஒலிக் கருவியை அசைக்கிறது. அசைவுண்ட ஒலிக் கருவியும் தந்தியனுப்பும் ஊரிலுள்ள சாவியின் செயலுக்கேற்ப ஒலிக்கிறது.



160. கேபிளின் வெளித் தோற்றம்

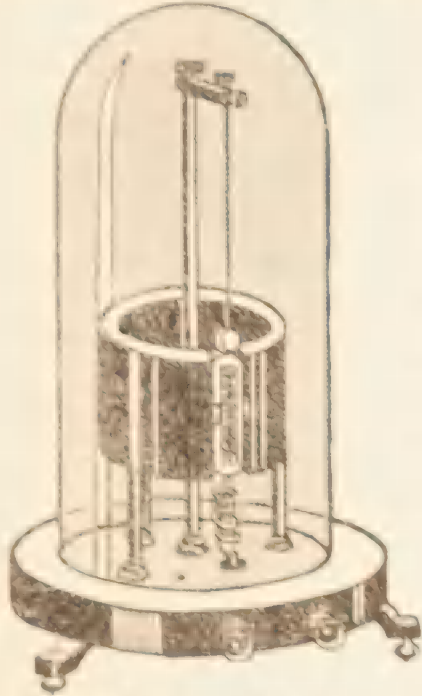


161. கேபிளின் உள் அமைப்பைக் காட்டியிருக்கிறது



162. கேபிளின் அமைப்பை விளக்கும் படம்: வலது ஓரத்தில் நடுவில் புள்ளிபோல் தோன்றுபவை தாம் மின்சாரக் கம்பிகள்

நிலத்தின் மேல் மட்டிலுமன்றி, நீரின் உள்ளேயும் கம்பிகளைக் கிடத்தி, அவற்றின் வழியாகச் செய்திகளை அனுப்பி வருகிறார்கள். இந்த ஏற்பாட்டில் கம்பிகளைப் பலவகைப் பொருள்களால் காப்பிட்டு, உறையிட்டுக் காப்பாற்றுகிறார்கள். பாறைகளில் உராயும் கரையோரத்திலே அக்கம்பிகளுக்கு உறைகள் மிகுந்தும், நடுக்கடலிலே அவற்றுக்கு உறைகள் குறைந்தும் காணப்படும். வெகுதூரம் கடலின் வழியாகச் செல்லும் மின்சார ஓட்டம் பலம் குறைந்து போகுமல்லவா? அவ்வளவு பலம் குறைந்த மின்சார ஓட்டத்தையும் தெளிவாகக் காட்டவல்லதான கருவியைக் கெல்வின் பிரபு அமைத்தார். கடலின் வழியாகச் செல்லும் தந்திக்குக் கேபிள் என்று பெயர். இந்தியாவையும் இங்கிலாந்தையும் கேபிள்கள் பிணைக்கின்றன. இன்னும் எத்தனையோ இடங்களையும் அவை பிணைக்கின்றன. அகலமும் ஆழமும் மிகுந்த அட்லாண்டிக், பசிபிக் ஆகிய மகா சமுத்திரங்களின் ஊடேயும் அவை செல்கின்றன.



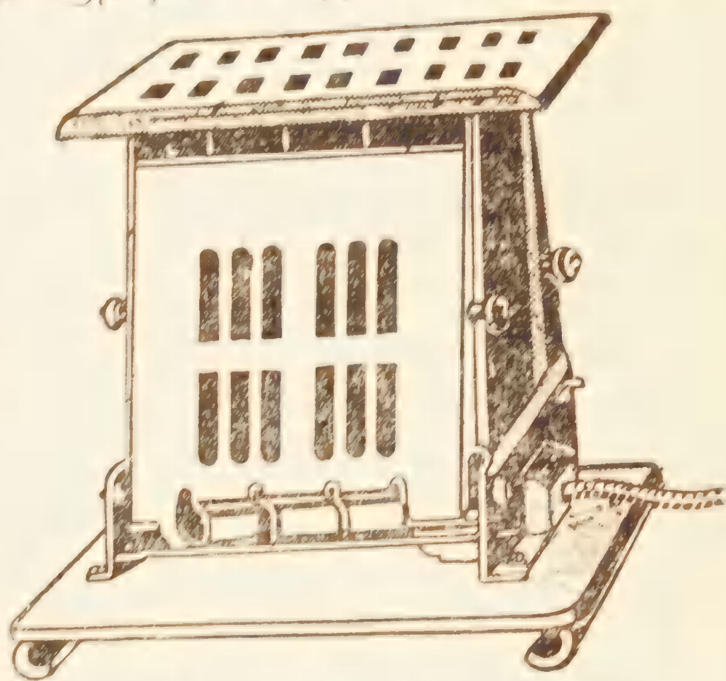
163. கெல்வின் இயற்றிய கருவி



164. கெல்வின் பிரபு

14. மின்சாரத்தின் வெப்பச் செயல்

மெல்லிய கம்பியின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் நடைபெறுவது எளிதா? அல்லது கெட்டிக் கம்பியின் வழியாக நடைபெறுவது எளிதா? தடித்த கம்பியின் மூலம் மின்சார ஓட்டம் செல்வதுதான் கஷ்டம்; மெல்லிய கம்பியின் வழி அது எளிதாகப் போய்விடும் என்று பலருக்குத் தோன்றும். இது தப்பு. மெல்லிய கம்பியின் வழியாகப் போகும் போதுதான் மின்சாரத்துக்குத் தடை அதிகம் ஏற்படுகிறது. தடித்த கம்பியின் வழியாக அது இலேசாக ஓடுகிறது. இதை ஓர் உதாரணத்தால் விளக்கலாம். பெரிய ஜனக்கூட்டம் ஒன்று மைதானத்திலிருந்து புறப்படுகிறது என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். அது அகன்ற ராஜவீதியின் வழியாகப் போனால் ஜனநெருக்கமும் தடையும் இருக்குமா? அல்லது அது சிறு சந்தின் வழியாகப் போனால் இருக்குமா?



165. மின்சார அடுப்பு

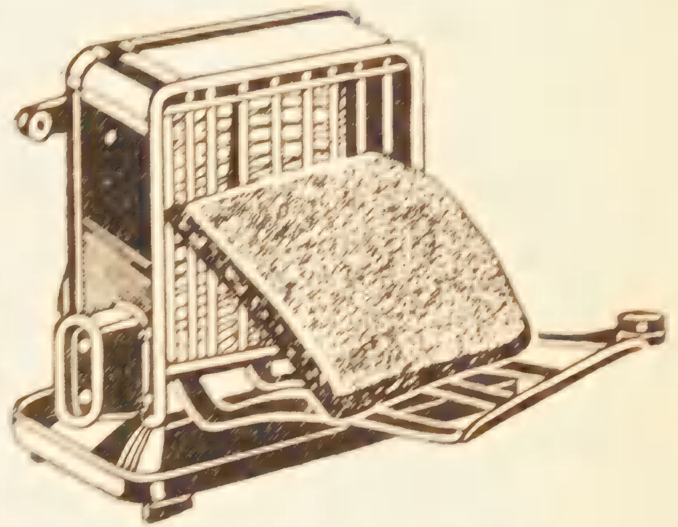
கம்பியின் வழியாய் மின்சாரம் ஓடுவதை நாம் கண்ணால் பார்க்க முடிவதில்லை; காதால் கேட்க முடிவதில்லை; ஒரு சிறு அளவில் கையால் உணரலாம் என்று சொன்னேன். எப்படி என்றால், கம்பியிலே ஓடும் மின்சாரத்தினால் கம்பியிலே சூடு உண்டாகிறது. ஏன்?

கம்பியின் வழியாக மின்சாரம் ஓடுவது குழாயின் வழியாகத் தண்ணீர் ஓடுவதை, அநேக அம்சங்களில், ஒத்திருக்கிறது. குழாயின் வழியாக ஓடும் தண்ணீர் குழாயின் பக்கங்களில் உராய்ந்து கொண்டே போகிறது. அப்படி ஏற்படும் உராய்வினால் தண்ணீரின் ஓட்டத்திற்குத் தடை ஏற்படுகிறது. அந்தத் தடையை மீறிக்கொண்டுதான் தண்ணீரின் ஓட்டம் நடைபெற்று வருகிறது. அகன்ற குழாயின் வழியாகத் தண்ணீர் எளிதாக ஓடும். சிறு துவாரமுள்ள குழாயின் வழியாக அவ்வளவு வேகமாக ஓடாது. குறுகிய குழாயினூடே தாண்டிச் செல்லும்போது அதன் ஓட்டம் அதிகமாக தடைபெறும். நீண்ட குழாயினூடே அது தாண்டி ஓடும்போது அது தடைப்படும். இவ்வாறே மின்சார ஓட்டத்திலும். குறுகியதாயும் தடித்ததாயும் உள்ள கம்பியின் வழியாக மின்சாரம் இலேசாய் ஓடும். நீண்டதாயும் மெல்லியதாயும் உள்ள கம்பியின் வழியாக அது ஓடும்போது, உராய்வு ஏற்பட்டுத் தடை உண்டாகும். அந்த உராய்வினால் மின்சாரம் செல்லும் கம்பியிலே சூடு உண்டாகும். கம்பியிலே ஓடும் மின்சார ஓட்டத்திற்கும், குழாயில் ஓடும் நீரோட்டத்திற்கும் முக்கியமான வித்தியாசம் ஒன்று உண்டு. குழாயின் வழியாக ஓடும் தண்ணீரின் அளவும், அந்தத் தண்ணீருக்கு ஏற்படும் தடையும், குழாயின் நீளத்தையும் அதன் துவாரத்தையும் மட்டுமே பொறுத்திருக்கின்றன. அந்தக் குழாய் செப்புக் குழாயானாலும் சரி, இரும்



166. கெட்டில்: அதனுள் சூடேறும் கம்பி காட்டப்பட்டிருக்கிறது

புக் குழாயானாலும் சரி, அதனுள் ஒழுகும் தண்ணீர் ஓட்டம் ஒரே மாதிரியாகத்தான் நடைபெறும். ஆனால் மின்சார ஓட்ட விஷயத்தில் அப்படி இல்லை. இரண்டு கம்பிகள் ஒரே குறுக்களவும், ஒரே நீளமும் உள்ளனவாயிருந்தபோதிலும், அவற்றில் ஓடும் மின்சாரத்தின் அளவும், அம்மின்சாரத்திற்கு ஏற்படும் தடையும், அக்கம்பிகள் எந்த உலோகத்தால் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன என்பதைப் பொறுத்திருக்கும். ஆகையால், மின்சார ஓட்டமானது உலோகத்திற்கு உலோகம் வித்தியாசம் பாராட்டுகிறது என்றேனும், உலோகங்கள் மின்சார ஓட்டத்தை வெவ்வேறு வகையாய் ஏற்கின்றன என்றேனும் சொல்லலாம்.



167. ரொட்டி வாட்டி

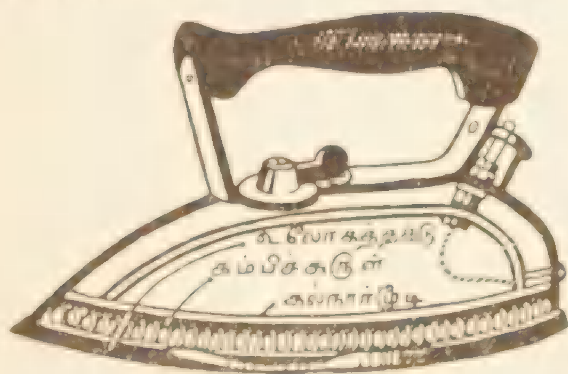
உலோகக் கம்பியிலே தடை மிக மிக, அதில் உண்டாகும் சூடும் அதிகமாகிறது. தடித்த கம்பியைவிடப் பொடிக் கம்பிதான் மின்சார ஓட்டத்திற்கு அதிகத் தடை செய்கிறது. ஆதலால் தடித்த கம்பியில் எளிதில் சூடேறுவதில்லை. மெல்லிய கம்பியில் நன்றாகச் சூடேறும். வெள்ளியும், செம்பும், மிகவும் இலேசாக, மின்சார ஓட்டத்தை ஏற்றுக் கடத்துகின்றன. ப்ளாட்டினம் அவற்றைப்போல் அவ்வளவு இலேசாக மின்சார ஓட்டத்தைக் கடத்துவதில்லை. ஒரே அளவுள்ள மின்சார ஓட்டமானது ஒரே குறுக்களவும் நீளமும் உள்ள மெல்லிய செப்புக் கம்பியின் வழியாயும், இரும்புக் கம்பியின் வழியாயும், ப்ளாட்டினக்

கம்பியின் வழியாயும் ஓடுகிறதென்று வைத்துக் கொள்வோம். செப்புக் கம்பியைத் தொட்டுப் பார்த்தால், சற்றே கதகதவென்று இருக்கும்; இரும்புக் கம்பி பழுக்கக் காய்ந்து போகும்; ப்ளாட்டினக் கம்பியோ மின்னலைப் போல் தகதக வென்று சொலிக்கும்.

இந்த மின்சார குணத்தை நமக்கு எத்தனையோ வழிகளில் பயன்படும்படி செய்திருக்கிறார்கள். மின்சார அடுப்பு, மின்சார வெந்நீர்க் கெட்டில், ரொட்டி வாட்டி, இஸ்திரிப் பெட்டி போன்ற பற்பல கருவிகளுக்கு இந்தக் குணம்தான் ஆதாரம். வீட்டிலும், தெருக்களிலும், நாடக மேடைகளிலும் சொலிக்கும் மின்சார விளக்குகளும் இந்தக் குணத்தையேதான் அடிப்படையாக உடையன. வீட்டில் உபயோகப்படும் கருவிகளுள் ஒன்றாகிய இஸ்திரிப் பெட்டியின் அமைப்பைச் சற்றுக் கவனிப்போம்.

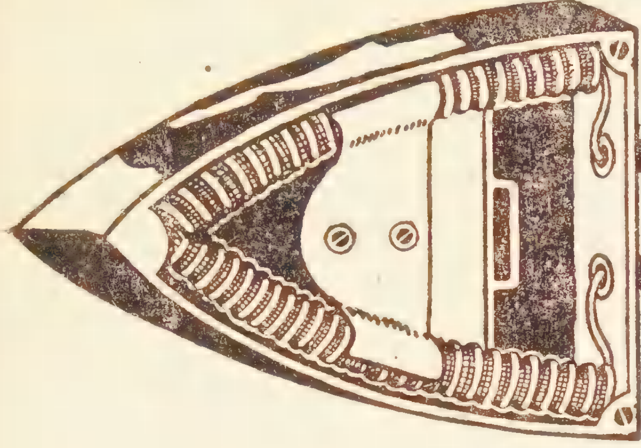
இஸ்திரிப் பெட்டி

இதன் மேற்புறத்திலே மரக் கைப்பிடியும், அடிப் புறத்திலே நிக்கெல் முலாம் பூசிய பித்தளை அல்லது இரும்பினால் அமைந்த தகடு ஒன்றும் இருக்கின்றன. கீழ்ப்புறத்திலே உள்ளே தகடு சூடுண்டதும் இதைக்கொண்டு துணிகளுக்கு மிகவும் சௌகரியமாய் இஸ்திரி போடமுடியும். இஸ்திரி போடுவதற்கு வேண்டிய சூடு இதில் இருக்கிறதாயினும், சாதாரண இஸ்திரிப் பெட்டியிலுள்ள சாம்பலும், கரியும், நெருப்பும் இதில் கிடையா.

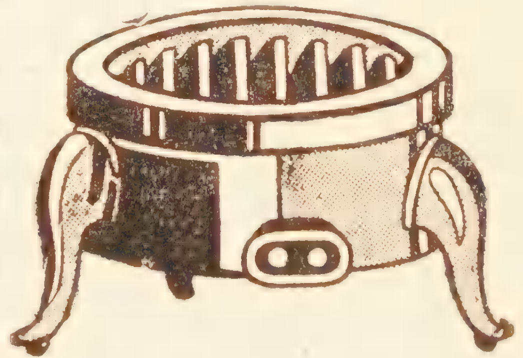


168. மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டியின் அமைப்பு

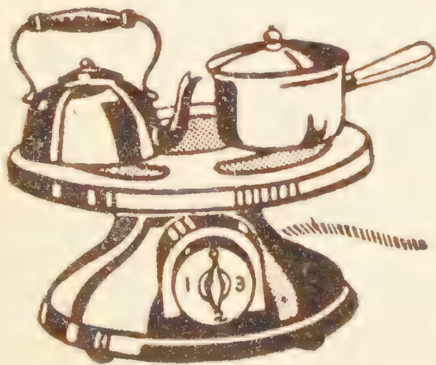
இதன் அடித்தகடு எப்படிச் சூடேறுகிறது? அடித்தகட்டுக்கு அடுத்தாற்போல், அதற்கு மேலே, பெட்டியின் உள்ளே, மெல்லிய கம்பி, சுருள் சுருளாக, வைத்திருக்கும். சில பெட்டிகளில் இந்தக் கம்பியின் நீளம் மைல் கணக்காகக் கூட இருக்கும். இஸ்திரிப் பெட்டியின் வலப் புறத்தின் வழியே மின்சார ஓட்டம் இஸ்திரிப் பெட்டிக்குள் பாயும். பாய்ந்து, பெட்டிக்குள் இருக்கும் இந்தக் கம்பிச்சுருளின் வழியாக ஓடும். மெல்லியதாயும், வெகு நீளமுள்ளதாயும் இருக்கும் இந்தக் கம்பியானது மின்சார ஓட்டத்தைத் தடைப்படுத்தும். அதனால் கம்பியில் சூடேறும். இந்தச் சூடு கம்பியைச் சூழ உள்ள எல்லாப் பக்கங்களிலும் உறைக்கும். ஆனால், இஸ்திரிப் பெட்டியில் அடித்தகடு மட்டிலும் தானே சூடுள்ளதா யிருக்கவேண்டும்? மற்ற இடங்களில் சூடு வேண்டியதில்லை; சூடு இருந்தால் வீண் சிரமம் கூட. ஆகையால், கம்பியில் உண்டாகும் சூடு வீணுக்ச் சிதறாத



169. மின்சார இஸ்திரிப் பெட்டியில் வைத்திருக்கும் கம்பிச் சுருள் காட்டியிருக்கிறது



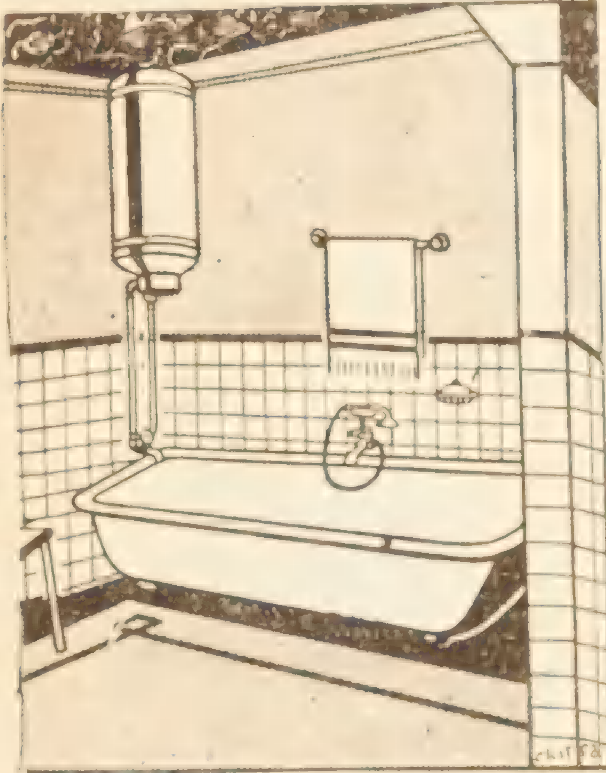
170. அடுப்பு



171. அடுப்பு

படியும், மற்ற இடங்களில் உறைக்காதபடியும், கல்நாரை யேனும், அல்லது அதைப் போன்ற பொருள் வேறு ஏதாவது ஒன்றையேனும் கொண்டு, கம்பிச்சுருளின் மேற் புறத்திலும் பக்கத்திலும், தடையிட்டு மறைத்திருக்கும். ஆதலால், சூடு முழுதும் கீழே உறைத்துத் தகட்டைச் சூடேறச் செய்யும்.

சிலவகை இஸ்திரிப் பெட்டிகளிலே கம்பிச் சுருள் தனியே வேறாக வைக்கப்பட்டிராது. அதை ஒருவகை இழைமலிலே பதித்து, அந்த இழைமலை அடித்தகட்டோடு சேர்த்து ஒன்றாக வார்த்திருக்கும். அந்த வார்ப்பில் பதிந்துள்ள கம்பிச் சுருள் சூடுண்டதும், அது தன்னைச் சூழஉள்ள இழைமலைச் சுடச் செய்யும்; இழைமல் அடித் தகட்டைச் சுடச் செய்யும்.

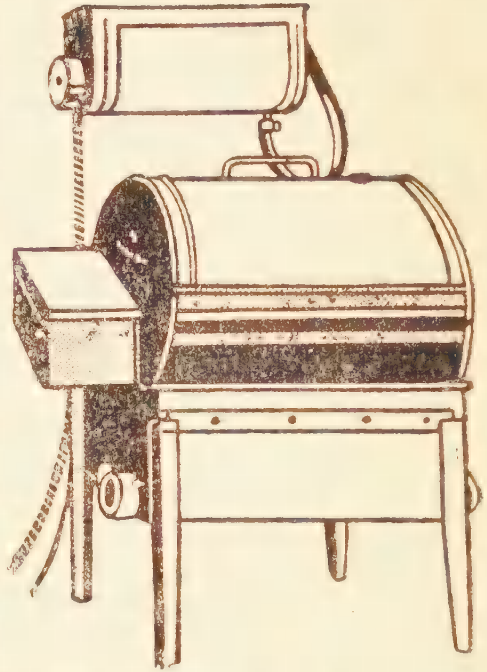


172. வெந்நீர்போடும் அடுப்பும் குளிக்கும் அறையும்

கடைகளிலே விற்கும் பலவகை இஸ்திரிப் பெட்டிகளின் அமைப்பிலே சிற்சில வேறுபாடுகள் காணப்படும். சிலவற்றிலே ஒரே அளவுள்ள சூட்டையும், வேறு சிலவற்றிலே, வேண்டியபடி, குறைவாகவேனும் அதிகமாகவேனும் உள்ள சூட்டையும் உண்டாக்கிக்கொள்ளலாம். என்றாலும், மெல்லிய கம்பியின் வழியாக ஓடும் மின்சாரத்தின் வெப்பச் செயல்தான் அவற்றுள் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஆதாரம்.

பலவகை அடுப்புக்கள்

அடுப்புக்களில் எல்லாம் மைல் கணக்கான நீளமுள்ள மெல்லிய. கம்பிச் சுருள் சுருட்டி வைத்திருக்கும். கம்பி சுருண்டு தான் இருக்கவேண்டுமென்பதில்லை. ஆனால் சுருட்டி வைத்தால் தானே சிறு இடத்தில் மிக நீண்ட கம்பியை வைக்கமுடியும்? மேலும், சூடேறிய சுருள் ஒவ்வொன்றும் அதனிடத்தே இருக்கும் சூட்டை அதற்கடுத்தாற் போல் உள்ள சுருளில் உறைக்கச்செய்து கொண்டேயிருக்கும். ஆதலால் சூடு அதிகமாகச் சிதறிப் போகாது.

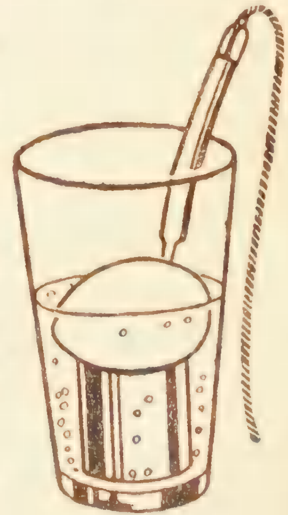


173. சலவை செய்யும் அடுப்பு



174. தண்ணீருக்குள் அமிழ்த்தும் கருவியினால் க்ஷவரத்துக்கு வெந்நீர் சுடவைத்தல்

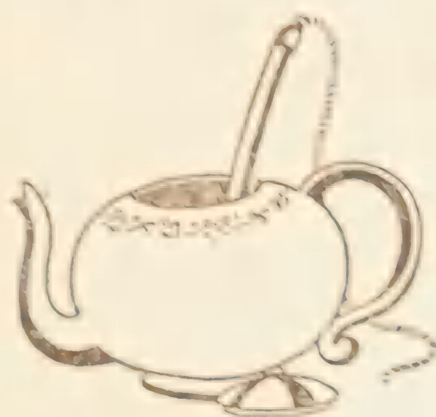
இஸ்திரிப் பெட்டியின் அமைப்புக்கும் அடுப்பின் அமைப்புக்கும், முக்கியமான ஓர் அம்சத்தில், வித்தியாசம் உண்டு. இஸ்திரிப் பெட்டியிலே தோன்றும் சூடு கீழ்ப்புறமாகவும், அடுப்பிலே தோன்றும் சூடு மேற்புறமாகவும் உறைக்க வேண்டும். ஆதலால், இஸ்திரிப் பெட்டியில் கம்பிச் சுருளுக்கு மேலே கல்நாரினால்செய்ததடைவைத்திருப்பதுபோல அடுப்பில் கம்பிச்சுருளுக்கு அடிப்புறத்தில் அப்பேர்ப்பட்ட தடை வைத்திருக்கும்.



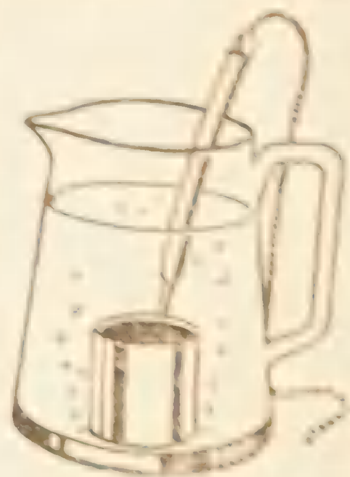
175. தண்ணீருக்குள் அமிழ்த்தும் கருவியினால் கோழி முட்டையை வேக வைத்தல்

வீட்டு வேலையும் மின்சாரமும்

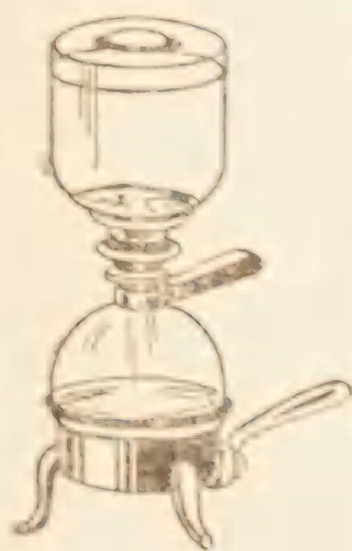
சமையல் முதலிய வேலைகளைச் செய்யும் பொருட்டு எத்தனையோ வகை மின்சாரக் கருவிகள் இயற்றப்பட்டிருக்கின்றன. ரொட்டி வாட்டவும், பிற சமையற் பதார்த்தங்களை வதக்கவும், வறுக்கவும், பொரிக்கவும் ஏற்றவையான மின்சாரக் கருவிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. நீர் முதலியவற்றைக் கொதிக்கவைக்கும் கெட்டிலும், தண்ணீருக்குள் அமிழ்த்தி அதைக் கொதிக்க வைக்கும் சூட்டுக் கருவியும், பிஸ்கோத்து பக்ஷணங்கள் முதலியவற்றைச் செய்யும் அடுப்பும், வெந்நீர் போடும் அடுப்பும், சலவை அடுப்பும், பெரிய அடுப்பும், ரொட்டி சுடும் அடுப்பும், ஈயப் பற்றுவைக்கும் சூட்டுக்கோலும், தலைமயிரை உலர்த்தும் கருவியும், அதைச் சுருளச் செய்யும் கருவியும், குளிர் காலத்தில் வெப்பத்தை வீசும் கதிர் அடுப்பும், வச்சிரம் காய்ச்சும் சட்டியும், இன்னும் இவை போன்ற பிற வெப்பக் கருவிகளும் இயற்றப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றை உபயோகித்தால், கண் காந்த, கண்ணிலும் மூக்கிலும் நீர் பெருக,



176. தண்ணீருக்குள் அமிழ்த்தும் கருவியினால் தேயிலைப் பானத்துக்கு வெந்நீர் போடுதல்



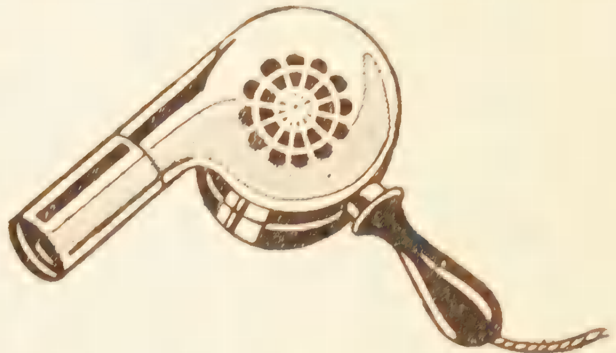
177. தண்ணீருக்குள் அமிழ்த்தும் கருவியினால் தாகத்துக்கு வெந்நீர் போடுதல்



178. காப்பி போடும் அடுப்பு

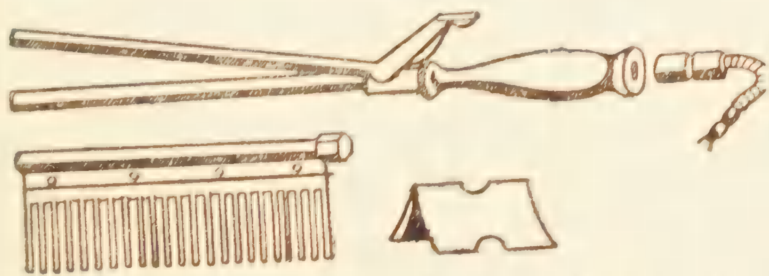
வாய்நோவ, குனிந்து ஊதி, அடுப்புப் பற்ற வைக்கும் சிரமம் இருக்காது. கைநோவ, இடுப்புக் கடுக்க, முகம் வியர்க்க, மேலெல்லாம் சாம்பல் படிய, அடுப்பைச் சுத்தம் செய்யும் கஷ்டமும் கிடையாது.

சமையல் அறையிலே புகையும், கரியும், தூசியும், ஒட்டடையும் இரா. வேலையும் வெகு சீக்கிரம் ஆகிவிடும். சமையல் வேலை இனிதாக நடைபெறும். சமையல் வேளை உல்லாச வேளையாகக் கூட ஆகிவிடும். ஆனால் செலவு அதிகமாகத்தான் ஆகும்.



179. தலை மயிரை உலர்த்தும் கருவி

அமெரிக்காவிலே சமையல் காரியத்தைப் பற்றி ஓர் ஆராய்ச்சி நடத்தினார்கள். சமையலுக்கு, வெவ்வேறு வகையான முறைகளை உபயோகித்தால், ஒரு நாளைக்கு எவ்வளவு செலவாகிறது என்று கணக்குப் பார்த்தார்கள். அங்கே அப்போதுள்ள விலைப்படிக்குக் கணக்குப் போட்டார்கள். எரியும் வாயுவை உபயோகப்படுத்தினால் சமையல் வேலைக்கு மூன்றணா செலவாகுமானால், நிலக்கரியை உபயோகப்படுத்தினால் ஐந்தரை அணா ஆகும்; கரி எண்ணெயை உபயோகப் படுத்தினால் ஏழரை அணா ஆகும்; மண்ணெண்ணெயை உபயோகப்படுத்தினால் எட்டரை அணா ஆகும்; மின்சாரத்தை



180. தலை மயிரைச் சுருளச் செய்யும் கருவி

உபயோகப்படுத்தினால் பத்தரை அணா ஆகிவிடும். சாதாரணமாக, ஐந்து பேர் கொண்ட ஒரு குடும்பத்திலே, சமையல் காரியத்திற்கு மட்டும் உபயோகமாகும் மின்சாரச் செலவு, (ஒரு யூனிட் எனப்படும் ஒரு கிலோ-வாட்டு-மணிக்கு விலை ஒரு அணா என்று வைத்துக் கொண்டாலும் கூட) மாதத்துக்குச் சுமார் ஏழு ரூபாய் முதல் பத்து ரூபாய் வரையில் ஆகும். இதைத் தவிர, அடுப்பின் விலையும், அதைப் பழுது பார்க்கும் செலவுகளும் ஏற்படும். அதனால் இப்போது இருக்கும் நிலைமைகளில் ஏழைகளுக்கு மின்சாரமானது சமையல் வேலையில் அத்தனை பயன்படாது என்று சொல்லும்படியாகத் தான் இருக்கிறது. கருவிகளைச் சீர்திருத்தம் செய்து, அவற்றின் விலையை மலிவாக்கி, மின்சாரத்தையும் மிகக்குறைந்த விலைக்குக் கிடைக்கும்படி செய்தால், மின்சாரம் வீடுதோறும் பணியாளாக ஆவதற்கு இடமுண்டு. அப்பொழுது ஆரோக்கியமும் சுத்தமும் எங்கும் நிலவும்.



131. வெப்பம் வீசும் அடுப்பு

கரியிலின்று தோன்றிய சோதி

மின்சார விளக்கு

ஒரு கம்பியின் வழியே மின்சாரம் ஓடும்போது, அந்த ஓட்டத்தினால் கம்பி சூடாகிறது. கம்பி எவ்வளவுக் கெவ்வளவு மெல்லியதாக இருக்கிறதோ அவ்வளவுக் கவ்வளவு

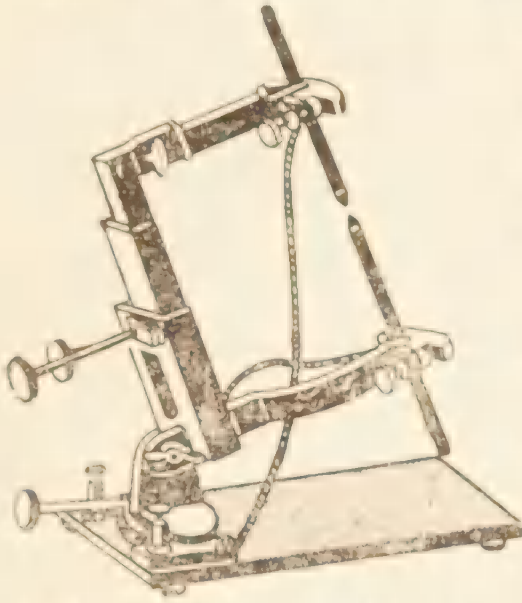
அதில் உண்டாகும் சூடும் மிகுதியாகும். மிகவும் மெல்லிய கம்பியாயிருந்தால், மின்சாரம், அதன் வழியாக ஓடி, சூட்டை மிகச் செய்யும். அதனால் கம்பி வெண்மையாய்க் காய்ந்து, பளபள வென்று சொலித்து, ஒளி வீசும். இது தான் மின்சார விளக்கின் அடிப்படையான தத்துவம்.

காற்றில்லா விளக்கு

மின்சார ஓட்டத்தின் சூட்டினால் மெல்லிய இரும்புக் கம்பியை வெள்ளை வெளேரெனக் காய்ச்சமுடியும். அந்த வெண்ணிறச் சூட்டுக்குமேல் சூட்டின் அளவு மிகுமானால், இரும்புக் கம்பி உருகிக் காற்றில் எரிந்து போகும். ஆனால் இரும்புக் கம்பிக்குப் பதிலாக, ப்ளாட்டினக் கம்பியை உபயோகித்தால், இரும்பை எரிக்கும் சூட்டினும் அது உருகாது. அந்தச் சூட்டில் அது பளபளவெனச் சொலித்துக்கொண்டிருக்கும். அதற்கும் மேலான சூட்டை அது பெறுமானால், அதை ப்ளாட்டினத்தால் தாங்கமுடியாது. அப்பேர்ப்பட்ட சூட்டில் ப்ளாட்டினமும் உருகிப் போகும். ஆகையால், சூட்டினால் எளிதில் உருகி எரிந்து போகாத மெல்லிய கம்பியை மின்சாரத்தினால் சூடேற்றிப் பளபளப்பாகச் சொலிக்கச் செய்து, அது உருகிப் போகாதபடியும் காப்பாற்றி வந்தால், அதை விளக்காக உபயோகப் படுத்தலாம்.

மின்சாரச் சோதனைகளை நடத்திவந்த ஸர் ஹம்ப்ரி டேவி, தாம் செய்த சோதனையில், பாட்டெரியின் மின்சார முனைகளைக் கம்பியினால் பிணைத்தார். பிறகு அவற்றைப் பிணைக்கும் கம்பிகளைப் பிரித்து, அவற்றிற்கிடையே இரண்டு

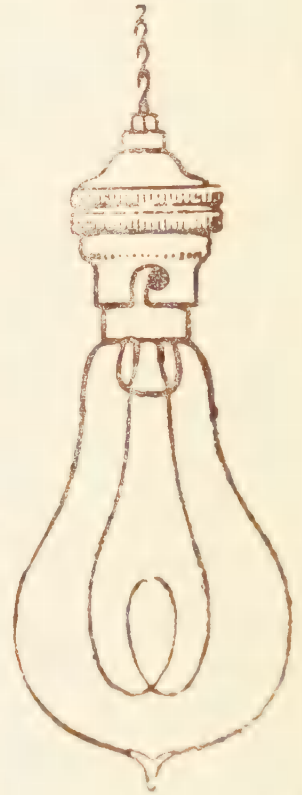
கரிக்கட்டைகளை வைத்துச் சற்றே பிணைத்து, இலேசாகப் பிரித்தார். அப்படிப் பிரிக்கும்போது, அவ்விரண்டு கரிக் கட்டைகளின் முனைகளிலே மிகவும் வெண்மையான பிரகாசம் ஏற்படுவதைக் கண்டார். அவர் சோதனை நடத்தியது 1812-ஆம் வருஷத்தில். அச் சோதனையில் கரிக்கட்டைகள் மட்டமாகக் கிடத்தப்பட்டிருந்தன. ஆதலால், அவ்விரண்டுக்கும் இடையே தோன்றிய சோதி, சற்றே நடு உயர்ந்து, வளைந்து, வில்லைப்போல் தோன்றிற்று. ஆதலால், இந்தச் சோதிக்கு வில் வடிவச் சோதி என்று பெயரிட்டார்கள். இந்த மாதிரியான ஏற்பாட்டை ஆதாரமாகக் கொண்ட விளக்குக்கு, வில் வடிவ விளக்கு என்று பொருள்படும், ஆர்க் லாம்ப் என்ற பெயரிடப்பட்டது. இதிலே வெளிச்சம் மிகுதியாக இருந்தபோதிலும், கரிக் கட்டைகள் துரிதமாக எரிந்து போகும். ஆதலால், சாதாரண விளக்கிலே திரியைத் தூண்டிக்கொண்டிருப்பதுபோல, அவற்றை அடிக்கடி சரிப்படுத்திக் கொண்டிருக்க வேண்டியிருந்தது. விளக்குக்கு வேறு திரி இடுவதுபோலக் கரிக்கட்டைகளை அடிக்கடி மாற்றவும் வேண்டியதாய் இருந்தது. ஆகையால் கரிக்கட்டைகளுக்குப் பதிலாகத் தீய்ந்து, எரிந்து போகாத உலோகக் கம்பிகளை உபயோகிக்க முயன்றார்கள். அவ்வகைக் கம்பிகளுங் கூடக் காற்றுள்ள இடத்தில் வைக்கப்படுமானால், நாளடைவில் தீய்ந்துபோகும் ஆதலால், அவற்றைக் கண்ணாடிக் குழாய்



182. வில்வடிவ விளக்கு: பிற்காலத்து அமைப்பு

களுள் வைத்து, அக்குழாய்களிலுள்ள காற்றை அகற்றி விட்டால், அவை தீய்ந்து எரிந்து போகமாட்டா என்று கருதினார்கள். அவ்வாறு செய்யவும் முயன்றார்கள்.

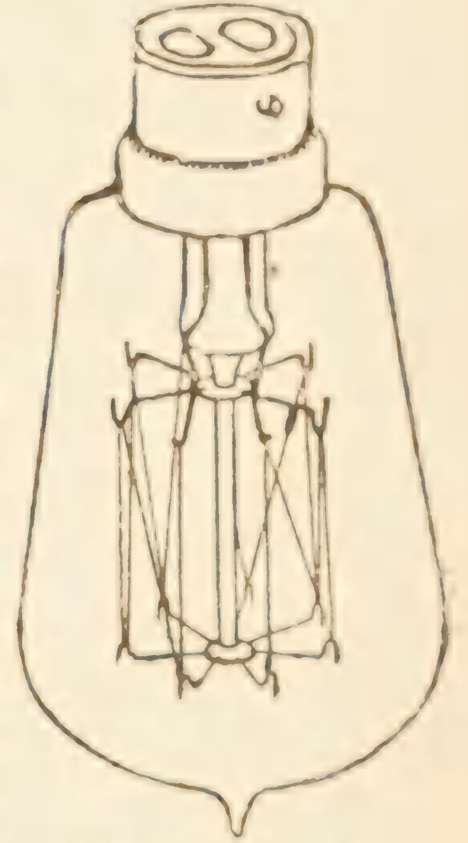
மின்சார விளக்கிலே விளக்கின் வழியாகச் செல்லும் மின்சாரத்திலே நூற்றுக்கு ஒன்று அல்லது இரண்டு பங்கு மட்டிலுமே ஒளியாக மாறுகிறது. பாக்கியுள்ள தொண்ணூற்றெட்டுப் பங்குகளும் சூடாகவே வெளித் தோன்றுகின்றன. இவற்றால் விளக்கில் யாதொரு பிரயோஜனமும் இல்லை; வீண் சிரமமும்கூட. ஆனால் நாம் கம்பியின் சூட்டை அதிகமாக்க அதிகமாக்க, சூட்டிற்கும் வெளிச்சத்திற்கும் உள்ள விகிதம் சற்று மாறுகிறது. ஆகையால் உஷ்ண நிலையை அதிகப்படுத்தினால், வெளிச்சம் முன் கிடைத்த அளவுக்கு மிஞ்சிச் சற்றே அதிகமாகக் கிடைக்கும். ஆனால் உலோகக் கம்பிகளில் பெரும்பான்மையன அத்தனை உயர்ந்த உஷ்ண நிலையைத் தாங்கமாட்டா. உஷ்ண நிலை அதிகமானால், அவையும் இளகித் திரவமாகி விடுகின்றன.



183. கரிக்கம்பி விளக்கு

கங்கையின் வேகத்தைத் தாங்குவதற்குப் பகீரதன் சிவனை நாடிய கதையைப் போல், இவ்வளவு உயர்ந்த உஷ்ணநிலையைத் தாங்குவதற்கு உரிய பொருளை விஞ்ஞானிகள் தேடத் தொடங்கினார்கள். முதலிலே, ப்ளாட்டினத்தை உபயோகித்துப் பார்த்தார்கள். அது விலையுயர்ந்த பொருள்; மேலும் அது அத்தனை பயன் தரவும் இல்லை. பிறகு, கரியை மெல்லிய கம்பியாகச் செய்து, ஒரு விளக்கி

னுள்ளே வைத்துப் பார்த்தார்கள். கரியானது காற்றில் எளிதில் எரிந்து போகக்கூடியதாகையால், அது வைக்கப் படும் விளக்கினின்று, கூடுமானவரையில், காற்றை அகற்றி விட்டார்கள். அதனாலே விளக்கினுள்ளே காற்றில்லாத காலியிடம் இருந்தது. இந்த மாதிரியாக அமைக்கப்பட்ட விளக்குக்குக் காற்றில்லா விளக்கு, அல்லது வெற்றிட விளக்கு என்று பொருள்படும் வாக்குவம் லாம்ப் என்ற பெயரை இட்டிருக்கிறார்கள். இவ்வகை விளக்கை முதன் முதலில் அமைத்தவர் இருவர்; அமெரிக்காவிலே ஐக்கிய மாகாணத் தைச் சேர்ந்தவரான எடிஸன் என்பவரும், இங்கிலாந்து நாட்டினரான ஸ்வான் என்பவரும். ஆகையால், இவர்கள் அமைத்த இவ்வகை விளக்குகளுக்கு இவ்விருவர்கள் பெயர் களையும் சேர்த்து, எடி-ஸ்வான் விளக்குக்கள் என்று பெயரிட்டார் கள். இவ்வகை விளக்குக்களின் உட் புறத்தில் காய்ந்து சொலித்துக் கொண்டிருக்கும் கரிக்கம்பியின் சூடு கிட்டத்தட்ட 1300° செண்டிக்ரேட் இருக்கும். இந்த உஷ்ண நிலையின் மிகுதியை நாம் கீழ்க்கண்ட விவரங் களைக்கொண்டு உணரலாம். பனிக் கட்டி உருகுவது 0° செண்டிக்ரேட்; தண்ணீர் கொதிப்பது 100° செண்டிக்ரேட்; ஈயம் இளகு வது 370° செண்டிக்ரேட்; பொன் உருகுவது 1060° செண்டிக்ரேட்.



184. ஸ்ஹூட்டன் கம்பி விளக்கு

கரிக்கம்பி வைத்திருக்கும் விளக்கின் வாழ்வு சுமார் ஆயிரம் மணி நேரம். இந்த விளக்கை அவ்வளவு சிறந்த விளக்கு என்று சொல்லுவதற்கில்லை. ஏனென்றால், இதிலே அதிகமாக மின்சார ஓட்டம் செலவழியும். ஒரு மெழுகு வர்த்தி வெளிச்சம் கிடைக்கவேண்டுமானால் $2\frac{1}{2}$ அல்லது $3\frac{1}{2}$ வாட் மின்சார சக்தியைச் செலவழித்தால்தான் கிடைக்கும். எரிய எரியக் கரி தூளாகி, விளக்கின் உட்புறத்தில் படியும். அதனால், விளக்குக் கறுத்து மங்கிப் போகும்.

ஆகையால் கரியைக் காட்டிலும் மேலான பொருள் ஏதாவதொன்றை உபயோகித்துப் பார்க்கலாமென்று விஞ்ஞானிகள் தேடினார்கள். போல்ட்டன் என்பவர் டான்ட்டலம் என்னும் உலோகத்தைக்கொண்டு ஒரு விளக்கைச் செய்து பார்த்தார். இதிலே ஒரு மெழுகுவர்த்தி வெளிச்சம் கிடைப்பதற்கு 1·5 அல்லது 1·6 வாட்டு வேண்டியிருந்தது.

அதன் பிறகு, டங்ஸ்ட்டனை உபயோகித்துப் பார்த்தார்கள். டங்ஸ்ட்டன் என்னும் உலோகம் எளிதில் உருகாது. அது உருகும் வெப்பநிலை 3655° செ. (செ. என்பது செண்டிக்ரேட் என்பதை உணர்த்தும்). அந்த உலோகக் கம்பியை வைத்துப் பொருத்தப்பட்ட மின்சார விளக்குகளை 2500° செ. வரையில் சூடேறச் செய்ய முடிந்தது. அதற்குமேல் சூடேறச் செய்ததில், கம்பியின் பலம் குறைந்து, கம்பி விண்டு போயிற்று. ஆதலால், இதற்குப் பிறகு, மேன்மேலும்சோதனைகளை நடத்தி, டங்ஸ்ட்டனைச் சரியானபடி கம்பியாகச் செய்வதற்குரிய வழியைக் கண்டுபிடித்தார்கள். அவ்வகைக் கம்பி வைக்கப்பட்ட விளக்கின் வாழ்வு சாதா

ரணமாக 1000 மணிநேரத்திற்குக் குறையாது. ஒரு மெழுகு வர்த்தி வெளிச்சத்திற்கு ஒரு வாட்டு முதல் ஒன்றேகால் வாட்டு வரையில் அதில் செலவாகும். சாதாரணமாக 110 வோல்ட்டில் வேலை செய்வதாயும், 16 மெழுகுவர்த்தி வெளிச்சமுடையதாயும் உள்ள விளக்கின் உட்புறத்திலே சுமார் இரண்டு அடி நீளமுள்ள டங்ஸ்ட்டன் கம்பி, மடித்து மடித்து, வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

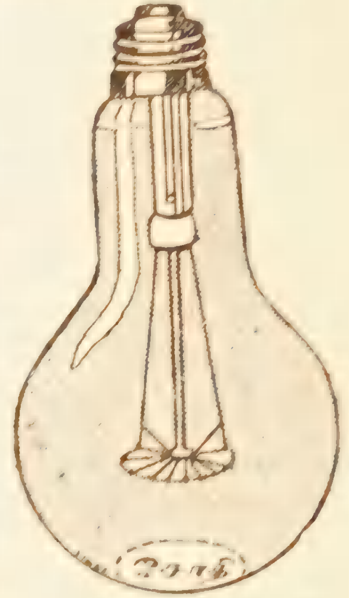
இம்மாதிரி விளக்குக்களிலும்கூட, உள்ளேயிருந்த காற்றைப் பெரும்பான்மையும் எடுக்கப்பட்டிருந்த போதிலும், அற்பசொற்பம் காற்று எடுபடாமல் உள்ளே இருக்கத்தான் இருக்கும். அதனால் உள்ளே சொலிக்கும் கம்பியானது, நாளடைவில், கொஞ்சம் கொஞ்சமாக ஆவியாக மாறிக் கண்ணாடியின் உட்புறத்திலே படிந்து, விளக்கை மங்கச் செய்யும். அதனால் விளக்கின் பிரகாசம் குறைந்து போகும்.

காற்றடைத்த விளக்கு

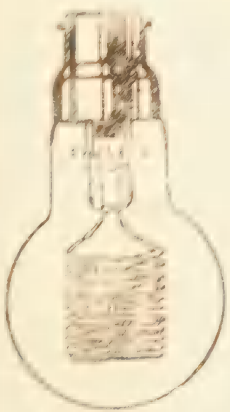
இந்தக் குறையை நீக்குவதற்கு வேறு வழியைத் தேடினார்கள். சாதாரணக் காற்றில் இருப்பதாயும், எரிவதற்கு மூலாதாரமாயும் உள்ளது ஆக்ஸிஜன் என்னும் வாயு. இந்த வாயுவை விளக்கினின்று நீக்கிவிட்டு, எரிவதற்குத் துணை புரியாதனவாயும், சுறுசுறுப்பற்றுச் சடத்தன்மை பொருந்தியனவாயும் உள்ள நைட்ரஜன், ஆர்கான் போன்ற வாயுக்களுள் ஏதாவதொன்றை விளக்கின் உட்புறத்தில் அடைத்து விட்டால், விளக்கின் உள்ளே சூடேற்றிச் சொலிக்கும் கம்பியானது எரிந்துபோகாது. ஆகையால் விளக்கின் உள்ளே வைக்கப்பட்டிருக்கும் கம்பியின் சூட்டுநிலையை

வேண்டிய அளவு மிகுதிப் படுத்த முடியும் என்று தெரிந்து கொண்டார்கள்.

இம்மாதிரியாகச் சடத்தன்மை பொருந்திய வாயு அடைத்த விளக்குகளின் வடிவம் ஒரு மாதிரியாக இருக்கும். இவற்றுக்குக் கழுத்தும் வயிறும் இருக்கும். மற்ற விளக்குகளெல்லாம் ஓரே உருண்டையாக வேனும், அல்லது நீளமாகவேனும் இருக்கும். இவ்விளக்குகளில் வைத்திருக்கும் கம்பிகள் சூடேறும்போது, பக்கத்திலுள்ள பொருளையும் சூடேறச் செய்யும். அதனால் இவை சாதாரணச் சிம்மினி விளக்குகளைப் போலச் சூடேறி விடுகின்றன. இவற்றைக் கையால் தொட முடியாது. இந்தச் சூட்டை ஒருவாறு குறைப்பதற்காகத் தான் இவற்றிற்குக் கழுத்து வைத்திருக்கிறது. இவற்றை வாயு நிரப்பிய விளக்குகள் என்று சொல்லலாம். காற்றெடுத்த மின்சார விளக்குகள் எரியும் பொழுது, அவற்றைக் கையால் தொட முடியும். அவை இவற்றைப்போல் சூடுறுவதில்லை.



185. காற்றடைத்த விளக்கு



186. டியான் காற்றடைத்த விளக்கு

வாயு நிரப்பிய விளக்குகள் ஒரு வாட்டுக்கு இரண்டு மெழுகுவர்த்தி வெளிச்சம் வீதம் தருகின்றன. இவற்றை அரை வாட்டு விளக்குகள் என்றும் சொல்லுவதுண்டு. ஏனென்றால், இவற்றிலிருந்து அரை வாட்டுச் செலவில் ஒரு மெழுகுவர்த்தி வெளிச்சம் கிடைக்கிறது. இவற்றின் வாழ்வும் சுமார் ஆயிரம் மணி

நேரம்தான். நீயான், ஆர்கான் இவற்றைப் போன்ற வாயு ஏதாவதொன்றை இவற்றின் உள்ளே அடைத்திருப்பதினால், காற்றெடுத்த விளக்கைக் காட்டிலும் வாயு நிரப்பிய விளக்குக்கு விலே அதிகம். ஆனாலும், இதைத்தான் மலிவான விளக்கென்று சொல்லவேண்டும். ஏனென்றால், இதிலே செலவழியும் மின்சார ஓட்டம் குறைவு. இன்னும் ஒன்று. பழகப் பழகக் காற்றெடுத்த விளக்கின் சக்தி குறைந்து கொண்டே வரும். இதன் சக்தி அப்படிக் குறையாது.

கம்பிச் சுருள் விளக்கு

சாதாரண விளக்குக்களிலே கம்பிகள் நீளமாய், மடித்து மடித்து, வைத்திருக்கும். அக் கம்பிகளின் வழியாக மின்சாரம் ஓடி அவற்றைச் சுடச் செய்து வந்த போதிலும், அவற்றின் சூடு பக்கத்திலே சிதறிப் போகும். அதனால் கம்பியைச் சரியான அளவுள்ள சூட்டில் வைத்துக் கொண்டிருப்பதற்கு மின்சாரச் செலவு அதிகமாகும். கம்பியை நீளமாக நீட்டிவைக்காமல், சுருட்டி வைத்தால், கம்பியின் சூடு சிதறிப்போகாமல், கம்பியின் ஒவ்வொரு சுருளும் அதன் பக்கத்திலே உள்ள சுருளைச் சுடச் செய்துகொண்டே இருக்கும். ஆகையால் குறைவான அளவில் மின்சாரத்தைச் செலவழித்து, அதிகமான வெப்ப நிலையையும், அதனால் அதிகமான வெளிச்சத்தையும், இந்த முறைப்படி, உண்டாக்கிக் கொள்ளலாம்.



187: கம்பிச் சுருள்: சுருண்ட சுருள்

சுருண்ட சுருள் விளக்குகள்

இப்பொழுது அமைக்கப்படும் சிற்சில விளக்குக்களிலேயுள்ள கம்பிகள் சுருள்சுருளாய் அமைக்கப்பட்டிருக்

கின்றன. அதாவது, முதலில் கம்பியைச் சுருள்களாக முறுக்கி, அந்த முறுக்குக் கம்பியைச் சுருளாக வைத்து இவற்றிலே பொருத்தியிருக்கும்.

முதன் முதலில் அமைக்கப்பட்ட எடி-ஸ்வான் விளக்குக்கள் பொன் நிறமான, மஞ்சள் குளித்த வெளிச்சத்தைக் கொடுத்தன. இப்பொழுது உள்ள விளக்குக்களோ நீல வைரத்தைப் போன்ற வெளிச்சத்தைத் தருகின்றன. பழைய மின்சார விளக்குக்களில் எவ்வளவு மின்சாரம் செலவாயிற்றோ அதே அளவுள்ள மின்சாரச் செலவைக் கொண்டு, புதிய மின்சார விளக்குக்கள் ஐந்து மடங்கு வெளிச்சத்தைத் தருகின்றன.

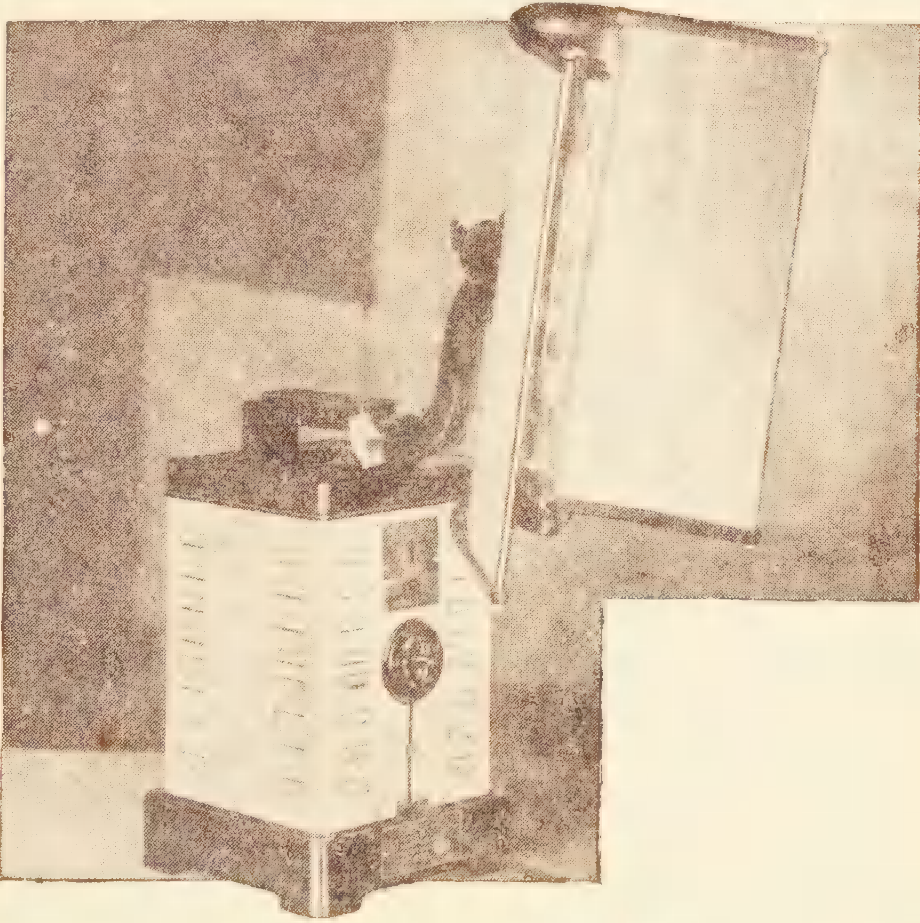
சாதாரண மின்சார விளக்கை நாம் கடையிலிருந்து வாங்கும்போது கவனித்தால், அதிலே 220 வோல்ட்டு × 25 வாட்டு என்று போட்டிருக்கும். அப்படி என்றால், 220 வோல்ட்டு அழுத்தத்திலே ஓடும் மின்சார ஓட்டத்திலே அதைப் பயன்படுத்த முடியும் என்று அருத்தம். அழுத்தம் 110 வோல்ட்டாக இருக்குமானால், அந்த விளக்கு நன்றாக வெளிச்சம் தராது. அழுத்தம் 440 வோல்ட்டாக இருக்குமானால், அந்த விளக்குப் பொசுங்கிப் போகும். அதிலே 25 வாட்டு என்று போட்டிருப்பதற்குப் பொருள் என்னவென்றால், ஒரு மணி நேரம் அந்த விளக்கு எரியுமானால், 25 வாட்டுச் செலவாகும் என்பது பொருள். ஆகையால் அந்த விளக்கு 40 மணி நேரம் எரிந்தால், 25 × 40 அதாவது 1000 வாட்டுச் செலவாகும். இதுதான் ஒரு கிலோ-வாட்டு-மணி எனப்படுவது. இதைத்தான் சாதாரணமாக ஒரு யூனிட் என்று வழங்குகிறார்கள். சென்னையில் ஒரு கிலோ-

வாட்டு-மணிக்கு மூன்றரை அணு கிரயம். ஒரு நாளைக்குச் சராசரி மூன்று மணி நேரம் ஒரு விளக்கு எரியும் என்று வைத்துக்கொண்டால், அந்த விளக்கிலிருந்து மூன்றரை அணச் செலவில் பதினைந்து நாளைக்கு வெளிச்சம் பெறலாம்.

சாதாரணமாய் ஒரு விளக்குக்கு வயது 1000 மணி நேரம். விளக்கைச் செய்து ஆயிரம் மணி நேரம் அன்று; விலைக்கு வாங்கி ஆயிரம் மணி நேரம் அன்று: உபயோகப் படுத்தத் தொடங்கி ஆயிரம் மணி நேரமும் அன்று. அது மொத்தம் ஆயிரம் மணி நேரம் வெளிச்சம் கொடுக்கும் என்பதுதான் பொருள். ஆகவே ஒரு நாளைக்கு $2\frac{1}{2}$ அல்லது 3 மணி நேரம் எரியும் விளக்கு ஒன்று, சாதாரணமாய் ஒரு வருஷம் வரை நன்றாக வெளிச்சத்தைக் கொடுத்துக் கொண்டிருக்கும். அதற்குமேல் நீண்ட நாள் நல்ல நிலையில் இருக்கும் விளக்குக்களும் உண்டு. அல்பாயுசாய் அவிந்து போகும் விளக்குக்களும் உண்டு. ஆனால் நல்ல வியாபாரிகளால் செய்யப்பட்ட நல்ல விளக்குக்கள் பெரும்பாலும் அல்பாயுசாய்ப் போகமாட்டா. அநாமதேய வியாபாரிகள் செய்து விற்கும் மட்ட விளக்குக்களை ஐந்து ரூபாய் நோட்டில் சுற்றிக் கொடுத்தாலும் வாங்குவதில் லாபமில்லை. ஏனெனில், அவை வெகுநாள் உழைக்க மாட்டா. அப்படி உழைத்தாலும், உழைக்கும் போதெல்லாம் அவற்றால் மின்சாரச் செலவு அதிகமாகவே இருக்கும். வாங்கின புதிதிலேயே அவற்றின் ஒளி மங்கித்தான் இருக்கும். அந்த மங்கிய ஒளியும், நாள் ஆக ஆக, மேன்மேலும் மங்கிக் கொண்டே வரும்.

நீயான் விளக்கு

நீயான் என்னும் வாயுவையடைத்த விளக்குக்களை வியாபாரிகள் இப்பொழுது அதிகமாக உபயோகித்து வருகிறார்கள். அவற்றின் வெளிச்சம் ஆரஞ்சு நிறமாகவும், பார்ப்பதற்கு அழகாகவும் இருக்கும். அதனால், தங்களு



188. வைத்தியத்துக்கு உதவும் பாதரஸ ஆவி விளக்கு

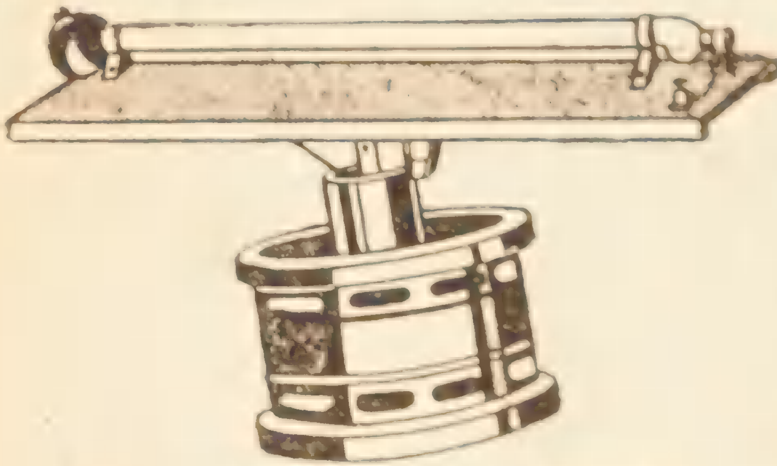
டைய வியாபார ஸ்தலங்களையும், தாங்கள் விற்கும் சாமான்களையும் விளம்பரம் செய்ய, அவ்விளக்குக்களை உபயோகிக்கிறார்கள். மப்பும் மழையுமாயிருக்கும் வேளையிலும் இவ்வகை விளக்கின் வெளிச்சம் வெகு தூரத்துக்கு அப்பால் கண்ணுக்குத் தெரியும். ஆகையால், ஆகாயக் கப்பல்-நிலையங்கள் இன்ன இடத்தில் இருக்கின்றன என்பதை

ஆகாயவிமானிகளுக்குத் தெரிவிப்பதற்கு இந்த நியான் விளக்குகளை உபயோகிக்கிறார்கள்.

இவற்றின் விலை அதிகம் தான். ஆயினும், இவை மிகவும் குறைவான மின்சார ஓட்டத்தினால் மிகப் பிரகாசமாய்ச் சொலிக்கும் இயல்புள்ளவை.

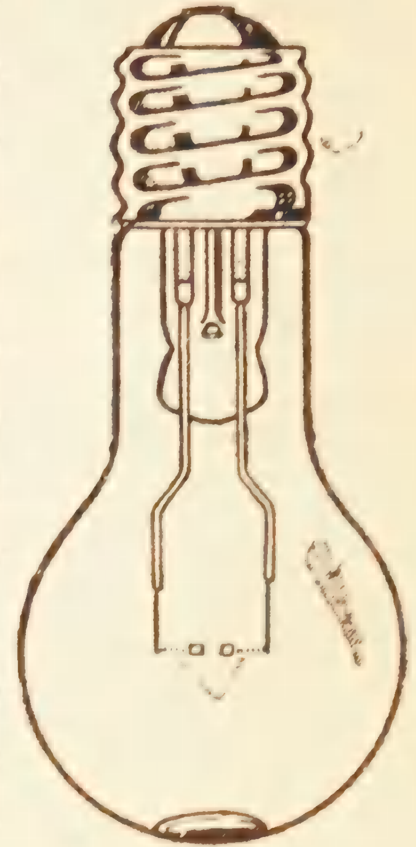
பாதரஸ ஆவி விளக்கு

இதைக் கண்டுபிடித்து இயற்றியவர் கூப்பர் ஹியூவிட். இந்த விளக்கின் உள்ளே பாதரஸம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். உள்ளே இருந்த காற்று முற்றிலும் எடுபட்டிருக்கும். இதன் வழியாக மின்சார ஓட்டம் நிகழும்போது, விளக்கின் உள்ளே வைக்கப்பட்டிருக்கும் பாதரஸத்தில் ஒரு பகுதி ஆவியாக மாறும். அந்த ஆவியைப் பற்றிக்கொண்டு, அதன் வழியாக மின்சாரம் செல்லத் தொடங்கும். வில்வடிவ விளக்கில் கரி-ஆவியின் வழியாக மின்சாரம் செல்வதைப் போலவே தான் இதுவும். இந்த விளக்கின் வெளிச்சம் நல்ல பச்சை நிறமுள்ளது. படம் பிடிப்பதற்கும் இது உதவும். ஆனால், இந்த விளக்கின் வெளிச்சத்தில் மனிதர்களுடைய முகம் அருவருப்பாகத் தோன்றும். ஆதலால் குறிப்பிட்ட சில விஷயத்திற்கே இதை உபயோகப்படுத்தவேண்டும். இதில் ஒரு வாட்டுக்கு 1½ மெழுகுவர்த்தி வெளிச்சம் வீதம் கிடைக்கும். இது சீக்கிரம் கெடாது.



189. கூப்பர் ஹியூவிட் இயற்றிய பாதரஸ ஆவி விளக்கு

இந்த விளக்கினின்று உண்டாகும் கிரணங்கள், சில அமிசங்களிலே, சூரிய கிரணங்களை ஒத்திருக்கின்றன. சூரிய வெளிச்சத்தில் பல நிறமான கதிர்கள் இருக்கின்றன. அவற்றுள் ஊதா நிறக் கதிர்களுக்கு வெளிப்புறத்தில் கண்ணுக்குத் தெரியாத ஒருவகைக் கிரணங்கள் இருக்கின்றன. சிற்சில கொடுமையான நோய்களை விளைவிக்கும் பாக்டீரியா என்னப்படும் மிக அற்பமான நுண்ணுயிர்களால் இக்கிரணங்களைத் தாங்க முடிவதில்லை. ஆதலால் இக்கிரணங்கள் அவற்றின் மேல் உறைத்தால் அவை மடிந்து போகும். இப்பேர்ப்பட்ட கிரணங்களை உண்டாக்கும் இந்த விளக்கினால் பல நோய்களுக்குச் சிகிச்சை செய்கிறார்கள். இந்தக் கிரணங்கள் கண்ணில் பட்டுக் கொண்டிருக்கலாகாது. பட்டால் கண் கெட்டுப்போகும். ஆகையால், இந்தக் கிரணங்களைக்கொண்டு சிகிச்சை செய்து கொள்ளும்போது, இவற்றைத் தடுக்கவல்ல கண்ணாடிகளை அணிந்து கொள்வது அவசியம்.



190. பாதரஸ ஆவி விளக்கு



191. மின்மினி வண்டு

வெப்பமும் வெளிச்சமும்

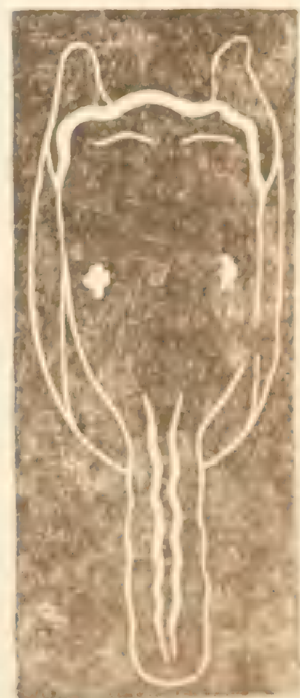
இம்மாதிரி விளக்குகளிலே மின்சாரமானது சூட்டை உண்டாக்குகிறது; அந்தச் சூட்டினால் வெளிச்சம் உண்டாகிறது. கரிக் கம்பி விளக்கிலே உண்டாகும் சூட்டில் நூற்றுக்கு மூன்று பங்குதான் வெளிச்சமாகத் தோன்றுகிறது. காற்றெடுத்த டங்ஸ்ட்டன் விளக்கிலே நூற்றுக்கு ஏழரைப் பங்கு வெளிச்சமாகத் தோன்றுகிறது. வாயு நிரப்பிய அரைவாட்டு விளக்கிலே நூற்றுக்குப் பத்துப் பங்கு முதல் பன்னிரண்டு பங்கு வரை வெளிச்சமாக வெளிப்படுகிறது. வில் வடிவ விளக்கிலேயும் அப்படியே. அதாவது, நூற்றுக்குப் பத்துப் பன்னிரண்டு பங்குதான் வெளிச்சமாகத் தோன்றுகிறது. ப்ரிமர் என்பவர் இயற்றிய எரியும் வில் வடிவ விளக்கு என்னும் ஒருவகைவிளக்கிலே நூற்றுக்குச்சுமார் இருபது பங்கு வரை வெளிச்சமாக மாறுகிறது. 6000° செ. சூடுள்ள சூரியனிலுங்கூட நூற்றுக்கு முப்பது பங்குதான் வெளிச்சமாகத் தோன்றுகிறது.



192. மின்மினி: ஆண்

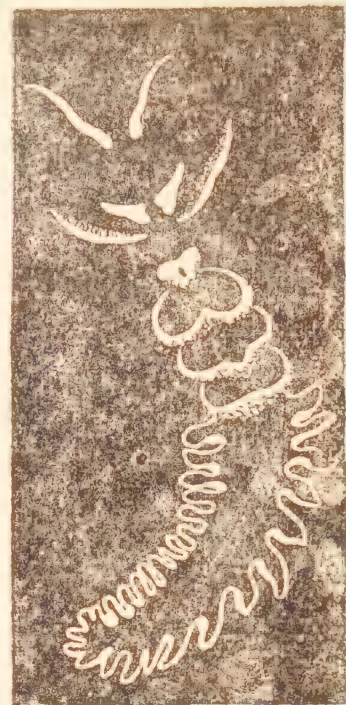


193. மின்மினி: பெண்



194. மின்மினியின் சோதி

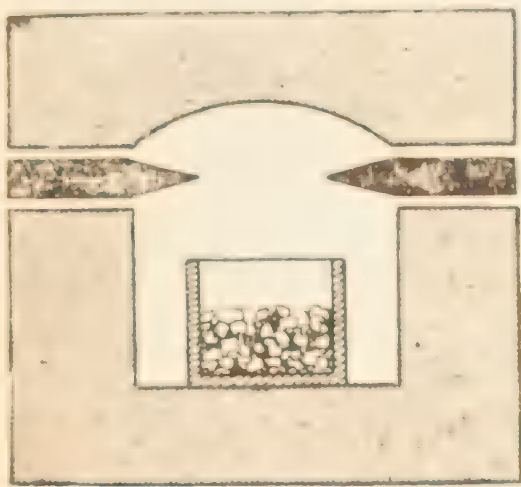
இவை எல்லாவற்றைக் காட்டிலும் சிறந்த வெளிச்சத்தைத் தருவது எது என்றால், அற்பமான மின்மினிப் பூச்சியே. இப்பூச்சிகளின் உடலிலே தோன்றும் சக்தியிலே நூற்றுக்குத் தொண்ணூற்றேழு பங்குகள் வரை வெளிச்சமாகவும், மூன்றே மூன்று பங்குகள் மட்டிலும் வெப்பமாகவும் தோன்றுகின்றன. குளிர்ந்த வெளிச்சத்தை உண்டாக்கும் ஆச்சரிய சக்தி இச்சின்னஞ்சிறிய பூச்சி இனத்திற்கு அமைந்திருக்கிறது! அறிவிற் சிறந்தோர் என்று இறுமாப்புக் கொண்ட நாம் இன்றுவரை இதைப்போல் செய்ய முடியாதவர்களாயிருக்கிறோம்.


195. மின்மினியின் சோதி

மின்சார உலைக்களம்

மின்சாரத்தினால் உண்டாகும் வெப்பத்தைக்கொண்டு பொருள்களை உருக்கலாம்; ஆவியாகவும் மாற்றலாம். இப்படிச் செய்வதற்கு ஏற்றனவாய் உலைக்களத்தில் கரிக் கட்டைகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றின் அளவிற்கும், அவற்றின் ஊடே செல்லும் மின்சார ஓட்டத்தின் அழுத்தத்திற்கும் அளவிற்கும் ஏற்றபடி, இந்நிகழ்ச்சி நடைபெறும். முதன் முதலில் உலைக்களத்தை அமைத்தவர் மாய்ஸன் என்பவர். அவர் அமைத்து வழி காட்டிய உலைக்களத்திலே சுண்ணாம்புக் கற்பாறைகள் இரண்டை, ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக, அடுக்கியிருக்கும். அவ்விரண்டு பாறைகளுக்கும் நடுவிலே உள்ள உட்புறம் குடைந்து

குழிவாயிருக்கும். அவ்விடத்திலே கனத்த கரிக்கட்டையினால் செய்த மின்சார முனைகள் இரண்டு எதிருக்கெதிராய்ச் செருகியிருக்கும். உருக்க வேண்டிய பொருளை அந்தக் கற்களுக்கு நடுவேயுள்ள குடைந்த இடத்திலே வைத்து, அக்கற்களைப் பொருத்தி மூடி விடுவார்கள். பிறகு, கரிக்கட்டைகளின் வழியே மின்சார ஓட்டம் நடைபெறும்படி செய்வார்கள். மின்சார ஓட்டம் நடைபெறும்போது, அவ்விரண்டு கரிக்கட்டைகளின் இடையே மின்சாரம் பாயும். அப்போது, வில்வடிவ விளக்கில் என்ன நிகழ்ச்சி நிகழ்கிறதோ அதைப் போன்ற நிகழ்ச்சி இதிலும் நடைபெறும். அதாவது, அக்கரிக் கட்டைகளினிடையே பிறை வடிவமான சோதி தோன்றும். அதன் வெப்பநிலை மிகவும் அதிகமாயிருக்கும். அதன் மேலே கல் மூடி அமைந்திருப்பதால், சூடானது மேலே சிதறிப்போகாது தடைப்படும். ஆகையால், சூடு முழுவதும் கீழே உள்ள பொருளின்மீது உறைக்கும். ஆதலால், உள்ளே வைக்கப்பட்ட பொருள், மேன்மேலும் சூடுண்டு, வெகு சீக்கிரம் உருகி விடும்.



196. மின்சார உலைக்களம்

வேறு சில வகை உலைகளிலே, உருக்க வேண்டிய பொருளை நடுவிலே வைத்து, மின்சார முனைகளாகிய கரிக்கட்டைகளை அதற்குள்ளே பதிப்பார்கள். அவ்விரண்டு முனைகளையும் சில கரித்துண்டுகளினால் பிணைத்து, மின்சார ஓட்டத்தை நிகழச் செய்வார்கள். மின்சார ஓட்டம் கரிக்

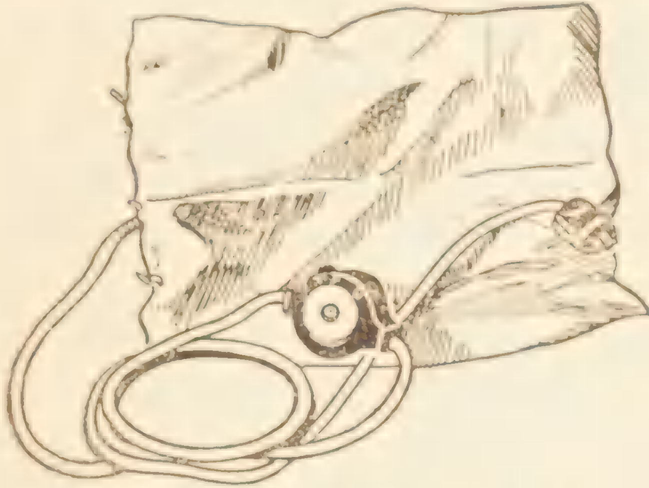
துண்டுகளின் வழியாகச் செல்லும்போது, அக்கரித்துண்டு களில் சூடேறி, அவை நெருப்பாகும்; பக்கத்திலுள்ள பொருளை அவை இளகச்செய்யும். பிறகு, இளகிய பொரு ளின் வழியாக மின்சாரம் பாய்ந்து, அதை நன்முக உருக்கி விடும். இந்த மாதிரியான ஏற்பாட்டிலே கரிக்கட்டையின் ஊடே வில் வடிவமான சோதி தோன்றுவதில்லை. மாய்ஸன் அமைத்த முறையைக் காட்டிலும் இது நல்ல முறை.

இந்த வகை உலையினுல் அநேகம் உலோகங்கள், கனிப் பொருள்கள் முதலியவற்றை உருக்குகிருர்கள். சிற்சில பொருள்களையும் இயற்றுகிருர்கள். ஒளிமிக்கவிளக்குக்களில் உபயோகப்படும் கால்ஸியம் கார்பைடு என்னும் பொருளும், வைரத்துக்கு அடுத்தபடியாகக் கடினம் மிக்கதான கார்பொ ரண்டம் என்னும் பொருளும், இவை போன்றவை பிறவும் இவ்வுலைக்களத்தில்தான் செய்யப்படுகின்றன. சுத்தச் சுண் ணும்பையும், கரித்தூளையும் கலந்து, உலைக்களத்தினுள்ளே இட்டு, அதனூடே மின்சார ஓட்டம் நிகழச் செய்தால், கால்ஸியம் கார்பைடு கிடைக்கும். கரித்தூளையும் பொடி மணலையும் இட்டால், கார்பொரண்டம் கிடைக்கும்.

பிற உபயோகங்கள்

மின்சார ஓட்டத்தினுல் சூடேறிய கம்பியை இன் னும் எத்தனையோவகைகளில் பயன்படுத்துகிருர்கள். கம்பிச் சுருளைத் தலையணையின் உட்புறத்திலே பொருத்தி, நோயா ளிக்கு இதமாய் ஒற்றடம் கொடுக்கிருர்கள். பழுக்கக் காய்ந்த கம்பியைக் கத்தியைப்போல் உபயோகிக்கிருர்கள். அதைக்கொண்டு இரண வைத்தியம் செய்கிருர்கள். இப்படி அதற்குள்ள குணத்தைக்கொண்டு, பிரான்சு தேசத்திலே,

மரங்களை அறுத்துத் தள்ளுகிறார்கள். தகதகவென்று சொலிக்கும் கம்பியானது வாளைவிடத் துரிதமாய் மரத்தைக் கருக்கிக்கொண்டே வெட்டி விடுகிறது. வெட்டுண்ட இடம் கருகிப் போவதால், வெட்டப்படும் மரத்திலிருந்து பால் வடிவதில்லை. வெட்டுண்ட இடத்தையும் நோய் அணுகுவதில்லை. தலைமயிரைச் சுருளச் செய்வதற்கு ஒரு கருவியை அமைத்திருக்கிறார்கள். அதை உபயோகித்தால், குதிரை வாலைப் போல் நீண்டு அழகற்றிருக்கும் தலைமயிரும் கூடச் சுருள் ஏறி, அசைவுறும் சுரிகுழலாகி விடுகிறது.



197. ஒற்றடம் கொடுக்கும் மின்சாரத் தலையணை

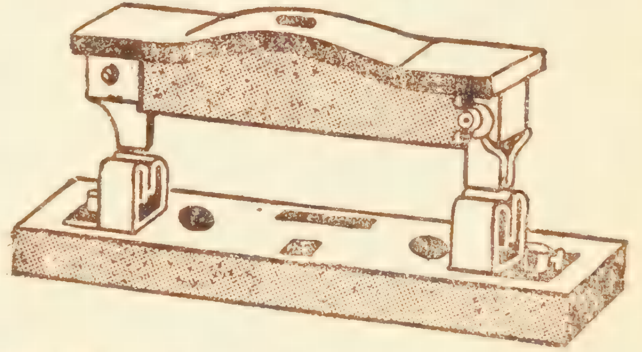
வண்டிகளின் அச்சுக்கள் முதலியவை ஒடிந்துபோனால், அவற்றைத் தறையிட்டுப் பற்றவைப்பதற்கு இது மிகவும் பயன்படுகிறது. சாதாரண நெருப்பினால் காய்ச்சிச் சூடேற்ற முடியாத இடுக்கான இடங்களில் மின்சாரக் கம்பிகளைச் செருகிக் காய்ச்சுவது எளிதாக இருக்கிறது. பாறைகளைப் பிளந்தெறிவதற்கு வைக்கும் வேட்டுகளை, பத்திரமாய்த் தூர இருந்து, வெடிக்கச் செய்வதற்கும் இந்த மின்சார குணம் உதவுகிறது. இன்னும் புதிது புதிதான வழியில் இதைப் பயன்படுத்த முயன்றுகொண்டுவருகிறார்கள்.

இடிகள்

ஆற்றிலே ஓடும் வெள்ளமானது அளவுக்கு மிஞ்சினால், கரை புரண்டு, பக்கத்திலுள்ள இடங்களை எல்லாம் சேதம் செய்வதுபோல், கம்பியின் வழியாக ஓடும் மின்சார

மானது, அளவுக்கு மிஞ்சி விட்டால், கம்பி மிகச் சூடுண்டு, அதன் பக்கத்திலுள்ள பொருள்களைத் தீப்பற்றச் செய்து, சேதம் விளைவிக்கக்கூடும். அவ்வாறு ஆகாமல் பாதுகாப்பதற்காக, இளகிகளை இடை இடையே வைக்கிறார்கள். அவை ஆன்டிமனி, பிஸ்மத்து, வெள்ளீயம் என்னும் மூன்று உலோகங்களை ஒன்றாகச் சேர்த்து வார்த்த வார்ப்பு-உலோகக் கம்பிகள். இவ்வகை வார்ப்பு-உலோகக்கம்பிகளுக்குப் பதிலாக வெள்ளீயக் கம்பிகளையேனும் செப்புக் கம்பிகளையேனும் வைப்பதும் உண்டு.

மின்சாரக் கம்பிகளிலே கிரமமாய் ஓடவேண்டிய அளவுக்கு மேல் மின்சார ஓட்டம் நிகழுமானால், கம்பிகளின் இடையே பொருத்திய இந்த இளகிக்கம்பிகள் அம்மின்சார ஓட்டத்தின் மிகுதியினால் சூடுண்டு, அச்சூட்டின் அளவைத் தாங்க முடியாமல், இளகி, உருகிப் போகின்றன. உருகிப் போனதும், கம்பித் தொடர்ச்சி விட்டுப் போகிறது. விட்டுப் போகவே, மேற்கொண்டு மின்சார ஓட்டம் நிகழ்வதற்கு வழியில்லை. அதனால், கம்பி மேன்மேலும் சூடேற வகையில்லை. ஆகையால் தீவிபத்தும் நேரிட இடமில்லை.

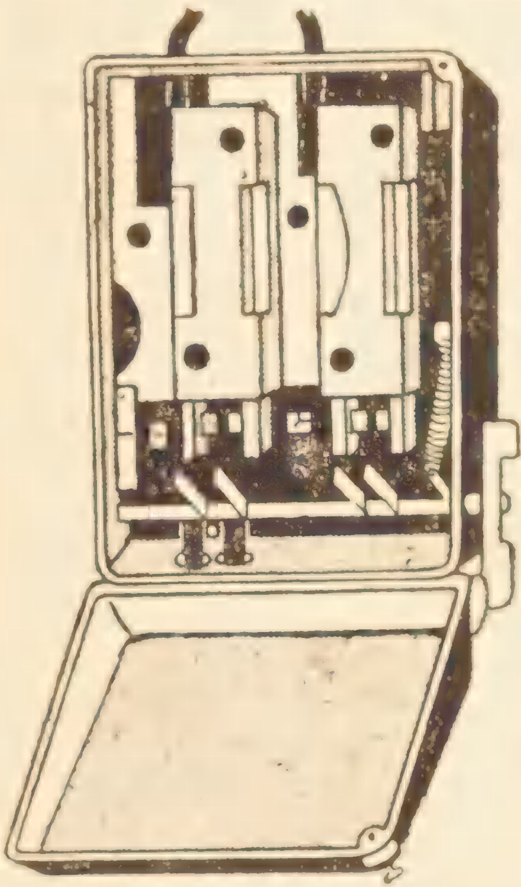


198. இளகியை வைக்கும் அமைப்பு

ஒவ்வொரு வீட்டிலும், தெருக் கம்பியிலிருந்து வீட்டு மின்சார ஏற்பாட்டோடு பிணைப்பு இருக்கும் இடத்தில் ஓர் இளகி வைக்கப்பட்டிருக்கும். இதற்கு முக்கிய இளகி என்று பெயர். இதை மின்சார அதிகாரிகள் மூடி, முத்திரை இட்டிருப்பார்கள். ஆகையால், இது இளகிப்போனால், வீட்

டுக்காரர் ஒன்றும் செய்ய முடியாது. அதிகாரிகளுக்குச் சொல்லியனுப்பி, அதிகாரிகள் வந்துதான் அதைச் சரிப்படுத்த வேண்டும்.

வீட்டிலுள்ள விளக்கு முதலியவற்றை ஒரு சுற்றிலோ, இரண்டு சுற்றிலோ, அல்லது அதற்கும் மேலான சுற்றுக்களிலோ அமைத்திருக்கும். சாதாரணமாக, ஒவ்வொரு சுற்றிலும் எட்டு விளக்குக்களையும் இரண்டொரு விசிறிகளையும் அமைக்கலாம். அதற்கு மேற்பட்டு அமைத்தால், மின்சாரம் அதிகமான அளவில் கம்பியின் வழியே ஓட நேரிடும். கிரமமாக அமைத்தபோதுங்கூட, மிகப் பிரகாசமான மின்சாரவிளக்குக்களை நிறைய மாட்டினால், கம்பியின் வழியாக மின்சாரம் அதிகமான அளவில்ஓட நேரும். அதனால் கம்பி சூடேறும்; ஆபத்துக்கும் இடமுண்டாகும். இவ்வாறு நேரிடாமல் காப்பாற்றும் பொருட்டு, ஒவ்வொரு சுற்றிலும், அந்தச் சுற்றுத் தொடங்கும் இடத்திலும், அது மீளும் இடத்திலும், இடையிலே, இளகிகள் அமைத்திருக்கும். ஒவ்வொரு சுற்றுக்கும் இரண்டு இளகிகள் உண்டு. வீட்டில் எத்தனை சுற்றுக்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றனவோ, அவற்றுக்கு இரட்டிப்பு மடங்கான இளகிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

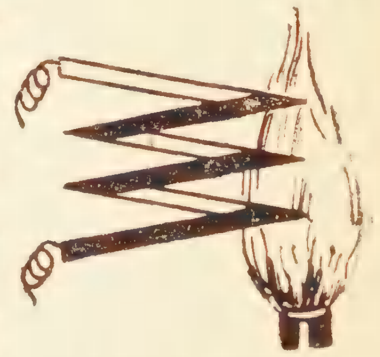


199. இளகிப் பெட்டி

அநேகமாய்ப் பீங்கான் குழாய்க்குள்ளேனும், பீங்கான் மேலேனும் இளகிகள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். இவை இளகும்போது உண்டாகும் சூட்டினால் நெருப்பு விபத்து உண்டாகாதிருக்கும் பொருட்டு, இவற்றைச் சுற்றி நெருப்புப் பற்றாத பீங்கான் இடப்பட்டிருக்கும். சலவைக் கல், சிலேட்டுக் கல், கல்நார் முதலிய பொருள்களின் மேலும் இவற்றை அமைப்பதுண்டு—இவை யாவும் நெருப்புப் பற்றாத பொருள்கள் என்னும் காரணத்தினால்.

வெப்ப மின்சாரக் கலம்

மின்சாரத்தினின்று வெப்பத்தை உண்டாக்குவதைப் போலவே, வெப்பத்தினின்றும் மின்சாரத்தை இயற்ற முடியும். வெவ்வேறான இரண்டு உலோகத் தகடுகளின் கோடிகளை ஒருபுறம் ஒன்றாகப் பொருத்தி, அப்படிப் பொருத்திய இடத்தைக் காய்ச்சி, அவற்றின் மறு கோடிகளைக் கம்பியால் பிணைத்தால், அக்கம்பியிலே மின்சாரம் ஓடும். பற்பல உலோகங்களை இவ்வாறு பொருத்திச் சோதித்துப் பார்த்ததில், ஆன்டிமனி, பிஸ்மத்து என்றுசொல்லப்படும் இரண்டு உலோகங்களைப் பொருத்தியபோதுதான் மின்சார ஓட்டம் நன்றாக உண்டாகிறது என்று கண்டார்கள். இந்த அடுக்கை வெப்ப மின்சாரக் கலம் என்று சொல்லலாம். கலங்களைப் பாட்டெரிகளாக அடுக்குவதைப் போல், இவ்வகையான உலோகங்களையும், மாறி மாறி, அடுக்கினால் மின்சாரத்தின் அளவு மிகும். இந்த முறையில் மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதில் லாபமில்லை. ஆனால், இந்த மாதிரி

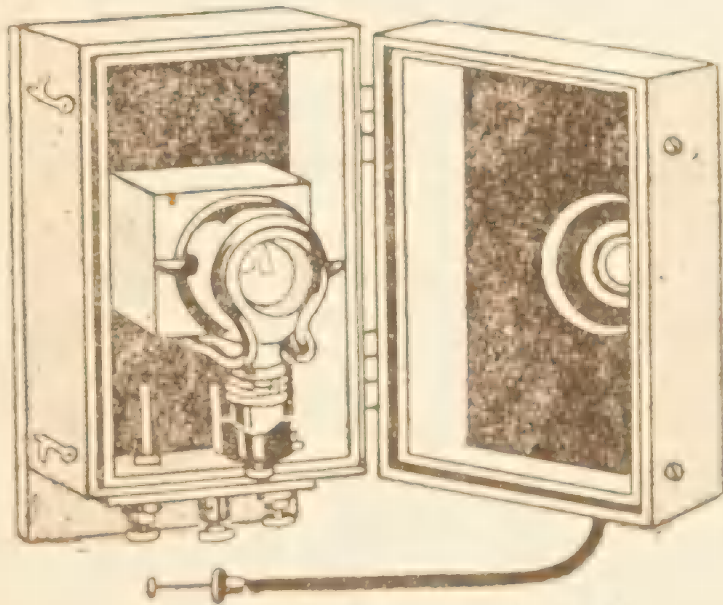


200. வெப்ப மின்சாரக் கலம்

அக்கருவிகளினால் பெரிய அனுகூலம் ஒன்று இருக்கிறது. வீட்டிலே அங்கங்கே இவற்றை வைத்து, மின்சார மணியோடு பொருத்தியிருந்தால், வீட்டிலே எங்கேனும் தீப்பற்றினால், அக்கினியின் வெப்பத்தினால் இவை தூண்டி, மின்சாரத்தை ஏற்றி, மணியை அடித்து, எச்சரிக்கை செய்யும்.

ஒளி மின்சாரக் கலம்

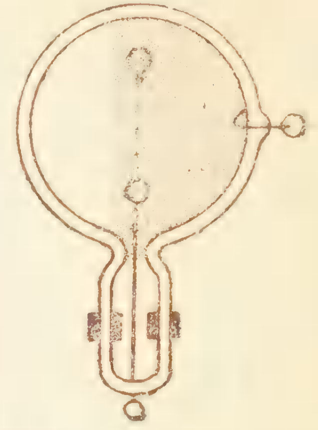
மின்சாரம் ஒளியாக மாறும் என்பதைக் கண்டோம். அதைப்போலவே, ஒளியையும் மின்சாரமாக மாற்ற முடியும். இதற்கென்று ஒரு கருவி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதற்கு போட்டோ எலெக்டிரிக் ஸேல் என்று பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். ஒளி மின்சாரக் கலம் என்று அதைச் சொல்லலாம்.



201. ஒளி மின்சாரக் கலம்

அதன் அமைப்பைப் படத்தில் காண்க. விளக்குப் போன்ற வடிவமுள்ள அந்தக் கருவியின் (படம் 202) உட்புறத்திலே பெரும் பகுதி உலோகத்தால் பூசப்பட்டிருக்கும். இடப்புறத்திலே ஒரு பகுதி மட்டும் அவ்வாறு பூசப்படாமல் இருக்கும். உலோகப் பூச்சு இல்லாத அந்தக் கண்ணாடிப்புறத்தின் வழியாக, கண்ணாடி ஜன்னலின் வழியாக வெளிச்சம் உள்ளே வருவதைப் போல,

வெளிச்சம், அந்தக் கருவியின் உட்புறத்தில் செல்லும். சென்று, அங்கே அதன் வலப்புறத்திலுள்ள எதிர் மின் முனையிலே படும். அது ஸீஸியம் என்னும் உலோகத்தால் செய்யப்பட்டிருக்கும். அந்த இடத்தில் வந்துபடும் ஒளியின் தன்மைக்கும் அளவுக்கும் ஏற்ப மின்சார ஓட்டம் உண்டாகும்.



202. ஒளி மின்சாரக் கலத்தின் அமைப்பு

பேசும் படத்தைப் பிடிப்பதற்கும், ஓர் இடத்தில் நடக்கும் காட்சியை மற்றோர் இடத்தில் தோன்றச் செய்வதற்கும், கதவுகளைத் திறப்பதற்கும், வீடு முதலியவற்றில் நெருப்புப் பற்றினால் அதைத் தெரிவிப்பதற்கும், வாசலின் வழி வரும் ஆட்களையும் சாமான்களையும் எண்ணுவதற்கும் இந்தக் கருவி பயன்படுகிறது.

தடை: அடக்கி

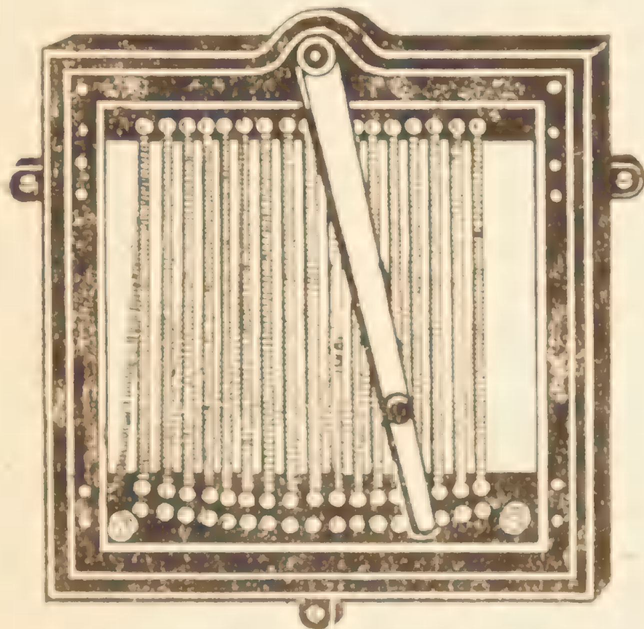
மின்சாரமானது ஒரு சில உலோகப் பொருள்களில் நன்றாகவும், பிற பொருள்களில் தடைப்பட்டும் ஓடுகிறது. எல்லா உலோகங்களிலும் அது ஒன்றுபோல் ஓடுவதில்லை.

ஒரே பொருளிலும்கூட அது எப்பொழுதும் ஒன்றுபோல ஓடுவதில்லை. உதாரணமாகச் செப்புக் கம்பியில் மின்சாரம் ஓடுகிறது. அதில் ஓடும் மின்சாரம் மெல்லிய கம்பியில் தடைப்பட்டுக் குறைவாக ஓடுகிறது; தடித்த கம்பியில் நிறைய ஓடுகிறது; அகன்ற செப்புத் தகடாயிருந்தால் மின்சாரத்திற்குத் தடையே இராது. ஆகவே, மின்சார ஓட்டம் பொருளின் குறுக்களவையும் நெடுக்களவையும் பொறுத்திருக்கிறது. ஒரே மாதிரியாயுள்ள மெல்லிய கம்பியில் ஓடும் மின்சாரமானது கம்பி நீளமாக இருந்தால்

அதிக அளவில் தடைப்பட்டும், கம்பி குட்டையாக இருந்தால் அத்தனை தடைப்படாமலும் ஓடும்.

இந்தத் தடையினால் சூடு உண்டாகும் என்பதையும், வெளிச்சம் உண்டாகும் என்பதையும் முன்னே பார்த்தோம். இந்தத் தடையினால் இன்னும் ஒரு பயனும் உண்டு.

குழாயிலிருந்து வரும் தண்ணீர் எப்பொழுதும் மடமடவென்று விழுந்தால், அவ்வளவு சௌகரியமாய் இராது. பெரிய பாத்திரத்தில் தண்ணீர் நிரப்ப வேண்டுமானால், தாராளமாக, வேகமாக விழுந்தால் நல்லது. கண்ணைத் துடைக்கத் துளி தண்ணீர் வேண்டியபோதும், அப்படியே விழுமானால், நமது மேலெல்லாம் தெறிக்கும்; தண்ணீரும் வீணாகிவிடும். அதற்காக, நமக்கு வேண்டும் அளவிலே தண்ணீர் விழும்படி, குழாயின் மூடியை முழுதுமோ, பாதியோ, கால்வாசியோ திறந்துகொள்ளுகிறோம். மின்சாரத்திலும் இப்படியே.



203. மின்சார ரெகுலேட்டர்

நம்முடைய வீட்டிலுள்ள விசிறி எப்பொழுதும் ஒரே வேகமாக ஓடிக்கொண்டிருந்தால், அதுவும் சௌகரியமாக இராது. நமது உடலின்மீது இலேசாய்ச் சிறிது காற்றுப் பட்டுக்கொண்டிருந்தால் போதுமென்று நாம் நினைக்கும் வேளையில், மேஜையின்மேலுள்ள காகிதங்கள் பறந்துதான் ஆகவேண்டும் என்றிருந்தால் எப்படி? அதைப் போலவே

அடுப்பு விஷயத்திலும். வேண்டியபடி அடுப்புச் சூட்டைக் கூட்டவோ குறைக்கவோ சௌகரியம் வேண்டும் அல்லவா? எப்பொழுதும் சூடு குறைவாகவே இருந்தால், சூடேற நேரம் பிடிக்கும். எப்பொழுதும் சூடு மிகுதியாக இருந்தால், அடுப்பில் வைத்த திரவபதார்த்தங்கள் பொங்கி வழியும்; சில கருகிப்போகும். இந்த மாதிரியான சந்தர்ப்பங்களிலே **தடை** எனப்படும் அமைப்பு உதவுகிறது.

நாம் வீட்டிலே விசிறியைச் சுழலச் செய்யும்போது என்ன செய்கிறோம்? ரேகுலேட்டரின் குமிழை வேண்டும் அளவில் திருப்புகிறோம், தண்ணீர்க் குழாயின் மூடியைத் திருப்புவதுபோல. ரெகுலேட்டர் என்று சொல்லப்படும் இக்கருவியை **அடக்கி** என்று சொல்லலாம். இந்தக் கருவியின் உட்புறத்தைப் பார்த்தால், அங்கே கம்பிகள், சுருள்சுருளாக, நிறையவைத்திருக்கும். குமிழைக் கொஞ்சமாகத் திருப்பும்போது, மின்சார ஓட்டமானது அக்கருவியின் உள்ளிருக்கும் தடைச் சுருள்கள் முழுவதையும் கடந்துசெல்லும்படி அமைந்திருக்கும். அவ்வளவு தடையையும் தாண்டிச் செல்லும்பொழுது, மின்சார ஓட்டம் தடைப்படும். அதனால், மின்சார ஓட்டம் குறைவாக நடைபெறும். குமிழைத் திருப்பத் திருப்பத் தடை குறைந்து கொண்டேவரும். குமிழை நன்றாக, அதாவது முற்றிலும், திருப்பி விட்டால் தடையே இராது. ஆதலால், மின்சார ஓட்டத்தின் முழு வேகத்தையும் பெற்ற விசிறி நன்றாகச் சுற்றும். மேஜைமேல் வைக்கும் சிறு விசிறியிலுள்ள காம்பு ஒன்றை ஒரு பக்கமாகத் தள்ளி, விசிறி ஓட்டத்தை நாம் அடக்கும்போதும், இவ்வாறேதான் நிகழ்கிறது.

மின்சாரத்துக்குக் கடிவாளமிட்டு அடக்கி நடத்தும் திறமையையும் பெற்றுவிட்டோம்!

15. மின்சாரத்தின் இரசாயனச் செயல்

மின்சாரமானது கம்பிகளின் வழியாக மட்டும் அன்றிக் காற்றின் வழியாகவும், நீரில் கரைந்த சிற்சில வகைக் கரைவுகளின் வழியாகவும், சிற்சில திராவகங்களின் வழியாகவும், இளகிய கனிப்பொருள்களின் வழியாகவும் செல்லக் கூடியது. கம்பியின் வழியாக அது செல்லும்போது, அது கம்பியைச் சூடேறச் செய்கிறதே தவிர, கம்பியிலே வேறெவ்விதமான மாறுபாட்டையும் அது உண்டாக்குவதில்லை. ஆனால், மேலே கூறிய மற்றப் பொருள்களின் வழியாக அது செல்லும்போது, அவற்றிலே இரசாயன மாறுபாடுகளை உண்டாக்குகிறது. அந்தச் சேர்க்கைப் பொருள்கள் மின்சார ஓட்டத்தினால் பிரிந்து, வேறாகின்றன. இதை மின்சாரப் பகுப்பு என்று சொல்லலாம். இதைப்பற்றி முதன் முதலில் நன்றாக ஆராய்ந்து தெரிவித்தவர் மைக்கேல் பாரடே. மின்சாரத்தின் உதவியைக் கொண்டு, தண்ணீரை ஆக்ஸிஜன், ஹைட்ரஜன் என்னும் இரண்டு வாயுக்களாகப் பிரிக்க முடியும்.

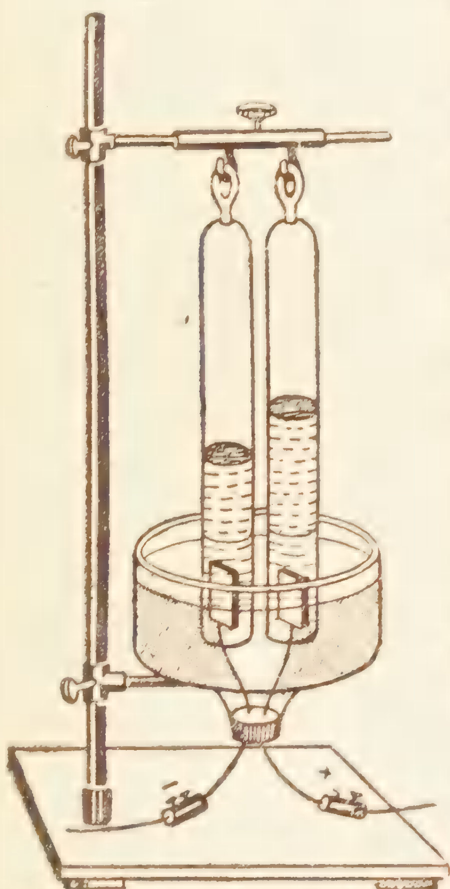

204. மைக்கேல் பாரடே

முலாம் பூசுதல்

சிற்சில உலோகங்கள் பார்ப்பதற்கு அழகாக இரா. உதாரணமாக, இரும்பை எவ்வளவு தேய்க்கப் பளபள

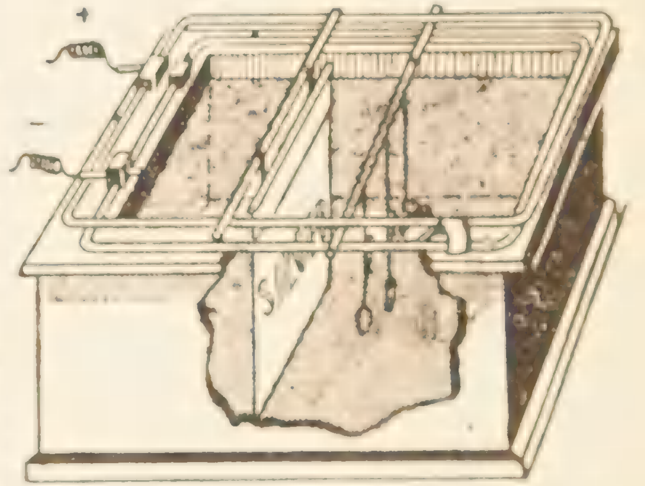
என்று ஆக்கினாலும் வெகு சீக்கிரம் அதிலே துரு ஏறி அது அசுத்தமாகிவிடும். கையால் தொட்டால் கை அழுக்காகும். அதனால் இரும்புச் சாமான்களுக்குச் செம்பு முலாம் அல்லது நிக்கெல் முலாம் பூசி அவற்றை அழகு படுத்துகிறார்கள்.

ஒரு விஷயத்தில், முலாம் பூசுவது வெள்ளீயம் பூசுவதைப் போலவும், வர்ணம் பூசுவதைப் போலவும் இருந்த போதிலும், பூச்சு முறையில் அவற்றினின்று வித்தியாசப்படும். வர்ணத்தைக்கரைத்துத் தடவுகிறோம். வெள்ளீயத்தைச் உருக்கிப் பூசுகிறோம். ஆனால்மின்சாரத்தினால் முலாம்பூசும் முறை வேறு. முலாம் பூசவேண்டிய பொருளை மிகவும் தூயதாகத் துலக்க வேண்டும். அதிலே ஒரு மாசு மறு இருக்கலாகாது. அதற்காக, அதை முதலில் நன்றாகச் சுரண்டித் தேய்ப்பார்கள். பிறகு, அதற்கு மெருகிட்ட மாதிரி, பளபளப்பாக்குவார்கள். அதன் பிறகு அதை ஒரு கம்பியிலே கட்டி, காஸ்டிக் ஸோடா எனப்படும் ஸோடாக் காரத்திலே தொங்க விடுவார்கள். இதனால் பொருளின் இடுக்குக்களில் உள்ள அழுக்கும், எண்ணெய்ப் பசையும் நீங்கும். எண்ணெய்ப் பசை இருந்தால் முலாம் ஒட்டாது. அதற்குப் பிறகு, அதை வெளியே எடுத்துத் தண்ணீரில் நன்றாகக் கழுவுவார்கள். அதன் பிறகு, கையால் அதைத்



205. மின்சாரத்தினால் தண்ணீரைப் பிரித்தல்

தொடாமல் ஜாக்கிரதையாக எடுத்து, முலாம் பூசும் தொட்டியில் வைப்பார்கள். எந்த வகையான முலாம் பூச வேண்டுமோ அதற்கேற்ற கரைவு உள்ள தொட்டியில், அந்தக் கரைவினுள்ளே முலாம் பூச வேண்டிய சாமானைத் தொங்க விடுவார்கள். பாட்டெரியின் எதிர் மின்சார முனையோடு அதைக் கம்பியால் பிணைப்பார்கள். அந்தக் கரைவிலே, மற்றோரிடத்தில், முலாம் பூசுவதற்கு வேண்டிய உலோகத்தைத் தொங்கவிட்டிருப்பார்கள். அதைப் பாட்டெரியின் நேர் மின்சார முனையோடு பொருத்துவார்கள். பாட்டெரியினின்று மின்சார ஓட்டம் நிகழும். வேறு விதமாகவும் மின்சார ஓட்டத்தை நிகழச் செய்யலாம். மின்சார ஓட்டம் நிகழும் பொழுது, உலோகமானது


206. முலாம் பூசுதல்

கரைந்து, கரைவின் வழியாகச் சென்று, தொங்கவிட்டிருக்கும் பொருளை அடைந்து, அதன்மீது சிறிது சிறிதாகப் படிந்துகொண்டே வரும். இந்தக் காரியத்துக்கு அதிகமான அழுத்தமுள்ள மின்சாரத்தை உபயோகிக்கலாகாது. ஆதலால், குறைந்த அழுத்தமுள்ள மின்சார ஓட்டத்தை நெடுநேரம் உபயோகிப்பார்கள். இருபத்து நான்கு மணி நேரம் முதல் நாற்பத்தெட்டு மணி நேரம் வரை அந்தச் சாமானில் கொஞ்சம் கொஞ்சமாக முலாம் பூச்சு நிகழும். பிறகு அந்தச் சாமானைக் கரைவினின்று வெளியே எடுத்துக் கழுவித் துடைத்துச் சுழலும் சக்கரங்களைக் கொண்டு

மெருகு போடுவார்கள். மெருகுச் சக்கரங்கள் சிலவற்றில் மெல்லிய கம்பியினால் செய்த துடைப்பான்களும், சிலவற்றில் தோலினால் செய்த துடைப்பான்களும் பொருத்தியிருக்கும்.

இந்தப்படியாகச் செம்பு, நிக்கெல், க்ரோமியம் வெள்ளி, பொன் முதலிய முலாங்கள் பூசப்படுகின்றன. கரைவின் வழியாக ஓடும் மின்சார ஓட்டத்தை வேண்டிய அளவு, வேண்டிய நேரம் நிகழச் செய்தால், வேண்டியபடி முலாம் பூச முடியும்.

சுத்தமான உலோகங்களைத் தயாரித்தல்

மின்சாரத்தின் இரசாயனச் செயலினால் அநேகம் உலோகங்கள் தயார் செய்யப்படுகின்றன. செம்பையும் அலுமினியத்தையும் உதாரணங்களாகச் சொல்லலாம். மின்சாரக் கம்பிகளுக்கு உபயோகப்படும் செம்பு மிகவும் சுத்தச் செம்பாக இருக்க வேண்டும். மின்சாரப் பகுப்பு முறையால் தான் செம்பைச் சுத்தமாகச் செய்கிறார்கள். முன்னொரு காலத்தில் அலுமினியம் பொன்னைக்காட்டிலும் விலைமிகுந்த பொருளாக இருந்தது. உலகத்தில் அலுமினியச் சேர்க்கையுள்ள பொருள்கள் மிகவும் மிகுதியான அளவிலே எங்கும் காணப்படினும், அவற்றினின்று அலுமினியத்தைப் பிரித்து எடுப்பது மிகவும் கஷ்டமான காரியமாய் இருந்தது. ஆகையால், அந்த அலுமினியத்தைப் பிரித்து எடுக்க ஏராளமான பொருள் செலவும், நேரச் செலவும் உண்டாயிற்று. அதனால் அதன் விலை உயர்ந்திருந்தது. இப்பொழுதோவெனில், மின்சாரத்தின் உதவியால், மிகக் குறைந்த செலவில், மிகவும் துரிதமாக, அலுமினியத்தை அதன் சேர்க்

கைப் பொருளிலிருந்து பிரித்து எடுக்கிறார்கள். அதனால் அதன் விலை மிகவும் மலிந்துவிட்டது.

மின்சாரத்தால் அச்சடித்தல் முதலியன

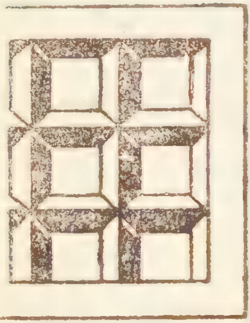
மின்சாரத்தின் உதவியால் அச்சடிக்கும் வேலை மிகவும் எளிதாகிவிட்டது. சாதாரணமாக அச்சடிப்பதற்குத் தயார் செய்வதைப்போல் அச்சுக் கோப்பார்கள். கோத்த அச்சைப் பக்கம் பக்கமாக ஒழுங்குபடுத்துவார்கள். அதைக் காகிதத்தில் பதிப்பதைப்போல் மெழுக்கிலே பதிவு செய்வார்கள். அந்த மெழுக்குப் பதிப்பிலே கிராபைட்டு என்னும் கரிப்பொருளைத் தடவுவார்கள். பிறகு அதை மயில்துத்தக் கரைவிலே தொங்கவிட்டு, அதைப் பாட்டெரியின் எதிர் மின்சார முனையோடு பிணைப்பார்கள். தூய செப்புத்தகட்டை அந்தக் கரைவிலே மற்றொரு புறத்தில் தொங்கவிட்டு, அதைப் பாட்டெரியின் நேர் மின்சார முனையோடு பொருத்தி, மின்சார ஓட்டத்தை நிகழச் செய்வார்கள். அப்பொழுது மெழுக்கின் மேலே செம்பு வந்து படியும். படிந்து, செம்பினால் செய்த அச்சுத் தகடாக ஆகும். வேண்டுமளவு செம்பைப் படியச் செய்து, வேண்டிய அளவு கனமுள்ளதாக அந்தத் தகட்டைச் செய்து கொள்வார்கள். பிறகு, சாதாரண அச்சைக் கொண்டு அச்சடிப்பதுபோல், அந்தத் தகட்டைக்கொண்டு அச்சடிப்பார்கள்.

கிராமபோன் ஒலித்தட்டுகளும் இவ்வாறுதான் செய்யப்படுகின்றன. பாட்டு முதலியவற்றின் ஒலியானது எந்திரத்தின் மூலமாக ஒரு மெழுக்குத் தகட்டிலே பதிவு செய்யப்படுகிறது. பிறகு அந்தத் தகட்டிலிருந்து அச்சுத் தகடு செய்வதைப்போலவே மின்சார ஓட்டத்தினால் செப்

புத் தகட்டு அச்சு ஒன்றைச் செய்துகொள்வார்கள். அந்தச் செப்பு அச்சை வைத்துக்கொண்டு, எந்திரங்களைக் கொண்டு அழுத்தி, அச்சடிப்பதுபோல் பிரதிகள் எடுப்பார்கள். ஒவ்வொரு பிரதியும் ஒரு கிராமபோன் தட்டு.

சேம மின்சாரக் கலம்

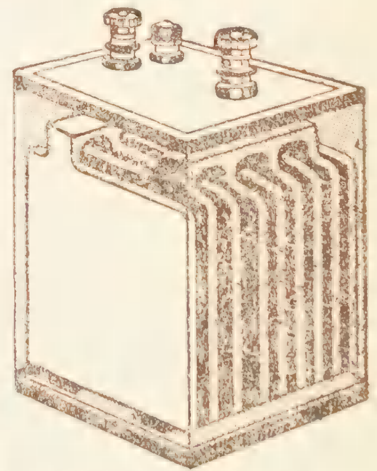
அற்புதமாக அமைக்கப்பட்டது இந்த மின்சாரக் கலம். கடையிலே வாங்கும் டார்ச்சு விளக்குகளிலே உபயோகிக்கும் உலர்ந்த மின்சாரக் கலம் சக்தியற்றுப் போனால், அதைக் கழற்றித் தூரத்தில் எறிய வேண்டியதுதான். வோல்ட்டாக் கலம் முதலிய மற்ற மின்சாரக் கலங்களிலும் துத்தநாகத் தகடு முதலியவற்றை அடிக்கடி மாற்றவேண்டி வரும். ஆனால் இந்த மின்சாரக் கலமானது, அதிலுள்ள பொருள்கள் ஒன்றையும் மாற்றவேண்டியிராமல், வெகுநாள் வேலை செய்யும்.



207. சேம மின்சாரக் கலத்தில் வைத்திருக்கும் சட்டம்

அமைப்பு

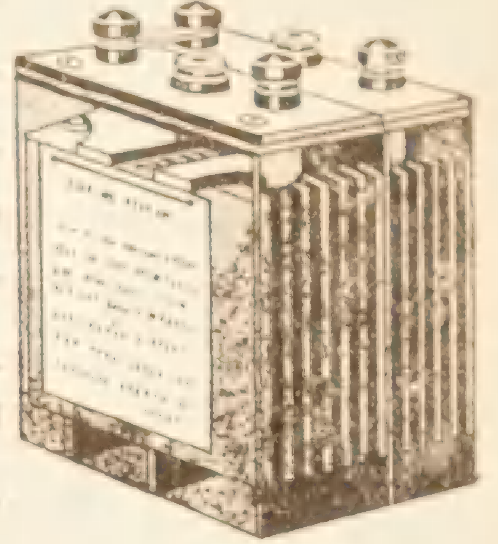
இதிலே நீராளமான கந்தகத் திராவகம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அதனுள்ளே கண் கண்ணாக உள்ள இரண்டு சட்டங்கள் அமிழ்த்தியிருக்கும். அவற்றுள் ஒன்றின் கண்களைப் போன்ற இடைவெளிகளில் கடற்பஞ்சுபோன்ற ஈயம் படிந்திருக்கும். மற்றொன்றிலே லெட் பெர் ஆக்ஸைடு என்னும் பழுப்பு நிறமான இரசாயனப் பொருள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஈயமும் ஆக்ஸிஜனும் சேர்ந்து ஒன்றாகிய பொருள் இது.



208. தனியாக வுள்ள சேம மின்சாரக் கலம்

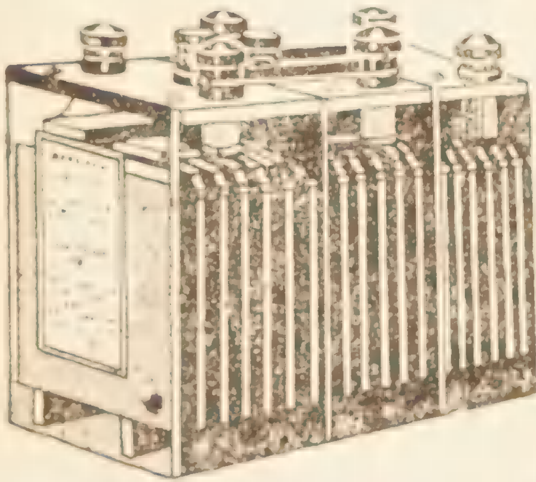
வேலை செய்யும் முறை

இதிலுள்ள சட்டங்களின் வெளிப்புறக் கோடிகளோடு செப்புக் கம்பிகளைப் பொருத்தி, அவற்றின் மறு முனைகளைப் பிணைத்தால், மின்சார ஓட்டம் நடைபெறும். இந்த மின்சாரக் கலத்திலே இருக்கும் ஈயம் படிந்த சட்டம் சாதாரண மின்சாரக் கலங்களில் இருக்கும் துத்தநாகத் தகட்டுக்குச் சமம். இது எதிர் மின்முனை. இதிலே உள்ள லெட் பெர் ஆக்ஸைடு படிந்த சட்டம் சாதாரண மின்சாரக் கலங்களிலுள்ள செம்புத் தகட்டுக்குச் சமம். இது நேர் மின் முனை.



209. இரண்டு கலங்கள் கொண்ட சேம மின்சார பாட்டெரி

இந்தக் கலம் மின்சாரத்தை இயற்றும்போது, இரண்டு சட்டங்களிலும் உள்ள ஈயம் கந்தகத் திராவகத்தில் கரைந்து, லெட் ஸல்பேட்டாக மாறுகின்றது. இது அந்தத் தகடுகளின் மேலே படிந்து இரண்டு தகடுகளையும் ஒன்றுபோல ஆக்குகிறது. இதே சமயத்தில், இரசாயனச் செயலால், தண்ணீரும் உண்டாக்கப்படுகிறது. அத் தண்ணீரானது திராவகத்தை மிகவும் நீராளமாக ஆக்குகிறது. ஆதலால், கந்தகத் திராவகத்தின் செறிவு குறைந்து போகிறது. மின்சாரக் கலமும், வரவர



210. மூன்று கலங்கள் கொண்ட சேம மின்சார பாட்டெரி

வலி குன்றிக்கொண்டு வருகிறது. ஆதலால், அதிலிருந்து உண்டாகும் மின்சார ஓட்டமும், வரவரக் குறைந்து, கடைசியில், முற்றிலும் நின்று போகிறது. இதற்குக் காரணங்கள் இரண்டு. வெவ்வேறு வகையாக இருந்து வேலை செய்ய வேண்டிய தகடுகள் இரண்டும் ஒன்று போல் ஆவதும், திராவகம், முன்னிலும் அதிகமான அளவில், மிகவும் நீராளமாக ஆவதுமே இதற்குக் காரணங்கள்.



211. சேம மின்சாரக் கலத்திலுள்ள திராவகத்தின் நிலையைச் சோதிக்கும் கருவி (ஹைட்ரா மீட்டர்)

செப்பனிடுதல்

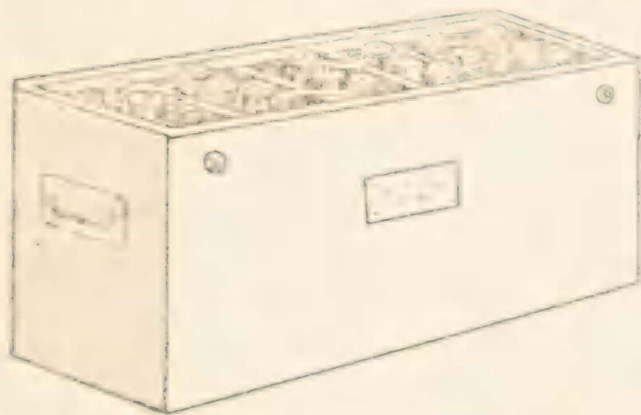
இவ்வாறு கலம் கெட்டுக்கொண்டு வரும்பொழுது இதன் நிலையைச் சீர் திருத்த முடியும். இந்தக் கலத்தின் வழியே, முதலில் மின்சாரம் ஓடிவந்த திசைக்கு எதிர்ப்புறமாக வேறொரு மின்சார ஓட்டத்தை ஓடச் செய்தால், மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகள் மாறி எதிர்ப்புறமாக நடக்கும்; கலமும் துரிதமாக முன் போன்ற வன்மை பெற்றுவிடும். இப்புதிய மின்சார ஓட்டம் இதனுள்ளே சிறிது நேரம் நிகழ்ந்தபின், முன்னால் ஈயத்தகடாயிருந்தது மீண்டும் ஈயத்தகடாயும், லெட் பெர் ஆக்ஸைடுத் தகடாயிருந்தது மீண்டும் லெட் பெர் ஆக்ஸைடுத் தகடாயும் மாறிவிடும். கரைவும் அதன் பழைய நன்னிலையை அடையும்.

சோதித்தல்

ஆதலால், கலத்தின் நிலை சரியாயிருக்கிறதா என்பதை இரண்டு விதமாகச் சோதித்துத் தெரிந்துகொள்ளலாம். தகடுகளைக் கண்ணால் பார்த்து அவை 'ஸல்பேட்டுப்' படியாமல் இருக்கின்றனவா என்று பார்ப்பது ஒரு முறை. லெட் ஸல்பேட்டுப் படிந்திருந்தால், அவற்றின் நிறம் வெண்மையாயிருக்கும். கரைவு சரியான செறிவுள்ளதாயிருக்கிறதா என்று பார்ப்பது மற்றொரு முறை. கரைவின் செறிவை ஹைட்ராமீட்டர் என்னும் கருவியைக் கொண்டு சோதித்துத் தெரிந்து கொள்ளலாம்.

பாட்டேரி

இந்த மாதிரியான மின்சாரக் கலங்களை அடுக்காக வைத்துப் பாட்டெரிகளைத் தயார் செய்கிறார்கள். மூன்று கலங்கள் கொண்ட அடுக்கும், ஆறு கலங்கள் கொண்ட அடுக்கும் சாதாரணமாக அமைக்கப்படுகின்றன. அவற்றுள் ஒவ்வொரு கலமும் இரண்டு வோல்ட்டு அழுத்தமுள்ள மின்சார ஓட்டத்தைத் தரும். ஆதலால், மூன்று மின்சாரக் கலங்கள் அடுக்கிய பாட்டெரிக்கு ஆறுவோல்ட்டுப் பாட்டெரி என்றும், ஆறு மின்சாரக்கலங்கள் அடுக்கிய பாட்டெரிக்குப் பன்னிரண்டு வோல்ட்டுப் பாட்டெரி என்றும் பெயர். இம்மாதிரியான பாட்டெரிகள்தாம் மோட்டார் கார்களில்



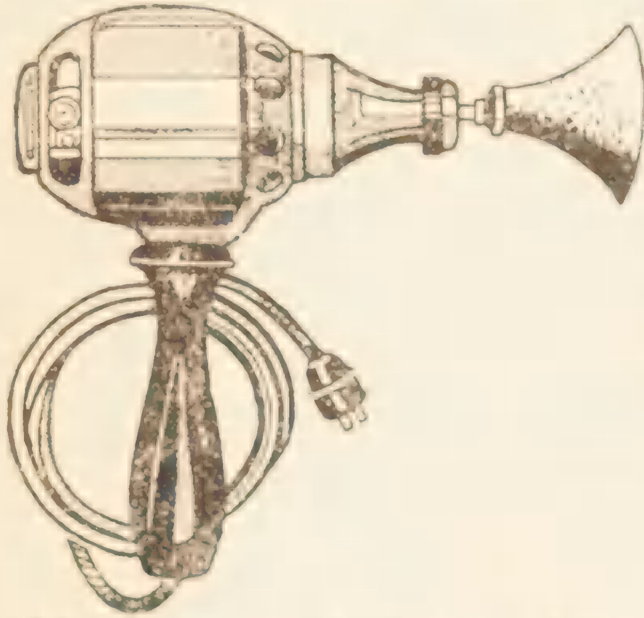
212. ஆறு கலங்கள் கொண்ட சேம மின்சார பாட்டெரி

வைக்கப்பட்டிருக்கும். நல்ல பாட்டெரிகள் இரண்டு வருஷம் முதல் ஐந்து வருஷம் வரையில் உழைக்கும். பாட்டெரியின் வாழ்வு அவரவர்கள் பாட்டெரியினின்று வாங்கும் வேலையையும், அதைப் பழுது பார்த்துப் பாதுகாக்கும் ஜாக்கிரதையையும், ஓரளவு பொறுத்திருக்கிறது. ஓரளவு அதிர்ஷ்டத்தையும் பொறுத்திருக்கிறது.



213. டால்ட்டன்

16. மின்சாரமும் உடலியலும்



214. உடம்பைப் பிடித்துவிடும் கருவி

பலம் குறைந்த மின்சார ஓட்டத்தைக் கொண்டு வாதம், பக்கவாதம், தசைத்தளர்வு முதலிய நோய்களுக்குச் சிகிச்சை செய்து வருகிறார்கள். பசியை உண்டாக்கவும், சதையைக் குறைக்கவும், நரம்பு சம்பந்தமான சிற்சில நோய்களைக் குணப்படுத்தவும் மின்சாரம் உபயோகமாகிறது. தண்ணீரில் மூழ்கி, மூச்சற்றுக் குற்றுயிராய்ப் போனவர்களைப் பிழைப்பு மூட்டவும் இதை உபயோகப் படுத்துகிறார்கள். இதன் உதவியால் மார்புப்புறத்தில் உள்ள நரம்புகள் தூண்டப்படுகின்றன. அப்பக்கத்திலுள்ள தசைநார்களை மின்சார ஓட்டம் தூண்டிக் குறுகச் செய்கிறது. அதனால், சாதாரணமாய் ஒருவன் சுவாசம் விடும்போது

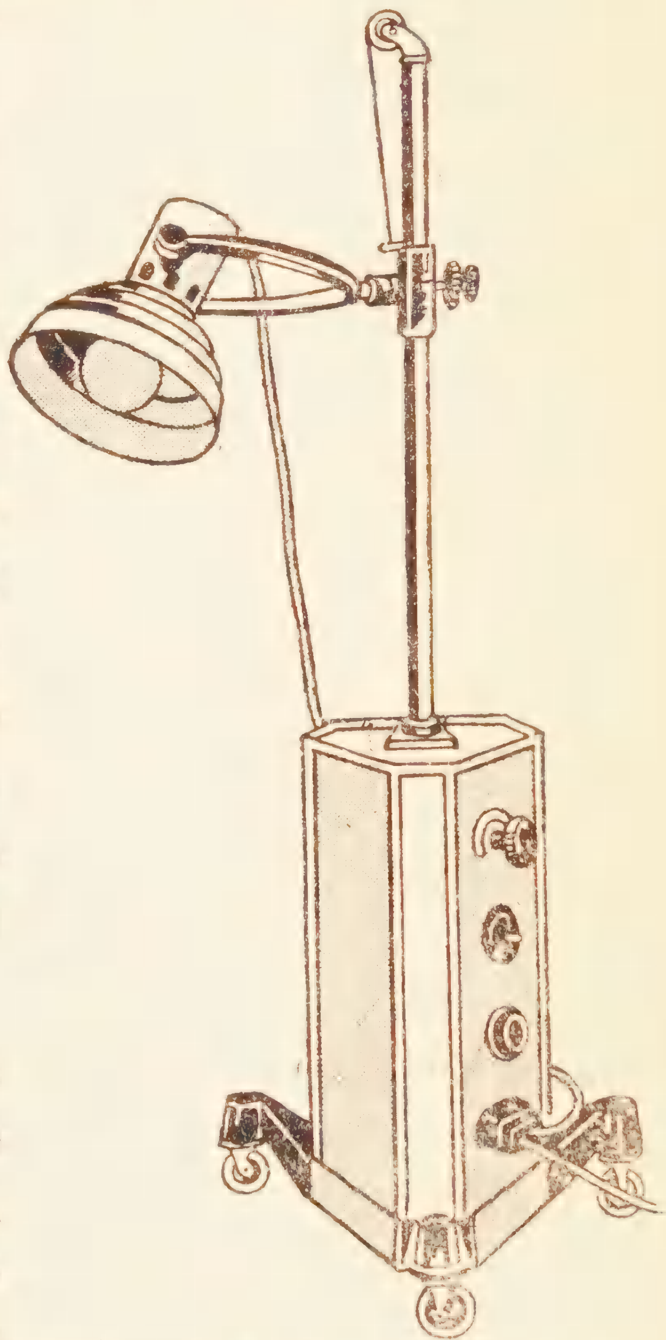





215, 216, 217, 218 மேற்படி கருவியின் உபகரணங்கள்

அவனுடைய உடலிலே நிகழ்வதைப்போல், விலாப்புறத்தை விம்மவும் குறுகவும் செய்து, உயிரூட்ட முயலுகிறார்கள்.

எத்தனையோ வகையான மின்சார விளக்குக்களையும் கதிர்களை வீசும் கருவிகளையும் இக்காலத்தில் இயற்றியிருக்கிறார்கள். ஊமைக்காயங்கள், வெட்டுக்காயங்கள், கொப்புளங்கள், வீக்கங்கள் முதலியவற்றை ஆற்றவும்; அவற்றில் சீக்கோத்துக்கொள்ளாமல் தடுக்கவும்; காதுப் புண், தொண்டைப் புண், கண்ணோவு முதலியவற்றை ஆற்றவும் ; சுவாசக் குழாய் நோய், நெஞ்சுச் சளி முதலிய நோய்களைத் தீர்க்கவும்; கபத்தைப் போக்கவும் ; இடுப்புநோவு, கை கால் பிடிப்பு, சுளுக்கு முதலியவற்றைக் குணப்படுத்தவும் மின்சாரக் கருவிகளை உபயோகிக்கிறார்கள்.



219. சிவப்புக்கு உட்புறமுள்ள கிரணங்களை உண்டாக்கும் விளக்கில் ஒருவகை

மின்சாரத்தினால் சாவும் ஏற்படுவதுண்டு. மின்னல் ஒழுகுவதால் மரங்கள் பட்டுப்போவதையும், மனிதர்கள் கரிந்து சாவதையும் நாம் பார்க்கலாம். அமெரிக்காவில் மரண தண்டனை விதிக்கப்பட்டவர்களைத் தூக்கிலிட்டுக் கொல்லுவதில்லை. மிகவும் அதிகமான அழுத்தத்தையுடைய மின்சார

ஓட்டத்தை உபயோகித்து, அவர்களுடைய உடலின் வழியே அதைப் பாயச்செய்து, அவர்களைக் கொல்லுகிறார்கள். அதிகப் பலமுள்ள மின்சார ஓட்டத்தால் உடலுக்குப் பெரிய அதிர்ச்சி ஏற்படும். அதிர்ச்சியின் மிகுதியால் மூச்சு நின்றுபோகும். மூச்சு நிற்கவே உயிர் போய்விடும்.



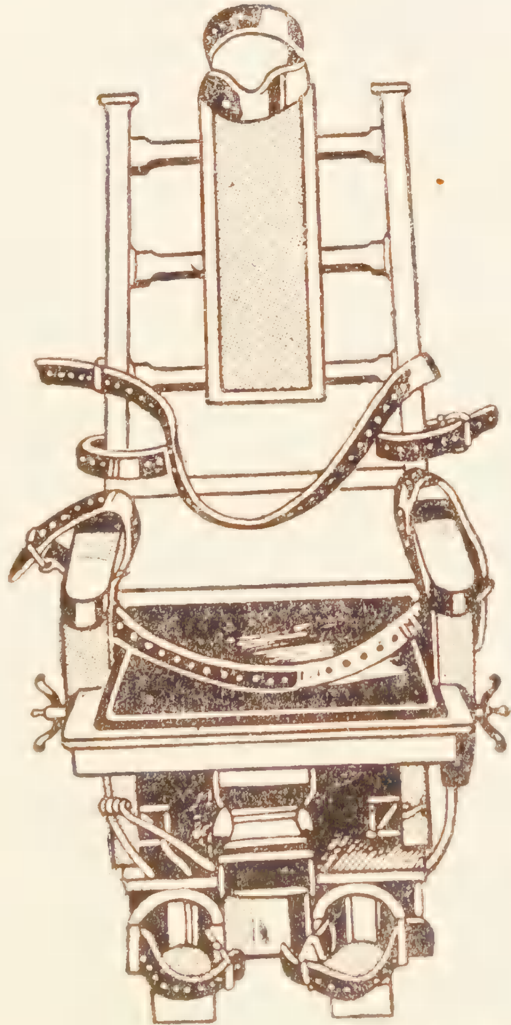
220. சிவப்புக்கு உட்புறமுள்ள கிரணங்களால் காதுப் புண்ணுக்குச் சிகிச்சை செய்தல்

தற்செயலாயும் இவ்வாறு நிகழ்வதுண்டு. எந்திரசாலைகள் முதலியவற்றிலே சாதாரணமாக 440 வோல்ட்டு அழுத்தத்திலே மின்சாரம் ஓடும். அங்கே மின்சாரம் ஓடும் கம்பிகளை அஜாக்கிரதையாகத் தொட்டால், அதிர்ச்சி உண்டாகும். சிற்சில வேளைகளில் அதிர்ச்சியுண்டவன் செத்தவனைப்போல் ஆகிவிடுவான். அவனுக்கு மூச்சு நின்றுபோகும். அப்பொழுது, உடனே, அவன்



221. சிவப்புக்கு உட்புறமுள்ள கிரணங்களால் நுரையீரல் நோய்க்குச் சிகிச்சை செய்தல்

தொட்ட கம்பியை விட்டு அவனைப் பிரிக்கவேண்டும். தண்ணீரில் மூழ்கினவனை உயிர்ப்பிப்பதற்கு என்ன சிகிச்சை முறையைக் கையாளுவோமோ அதைப்போன்ற சிகிச்சை முறையைக் கையாளவேண்டும். காலதாமதப் படுத்தாமல் உடனே அப்பேர்ப்பட்ட சிகிச்சை செய்தால் உயிர்ச்சேதம் ஏற்படாது.



222. மின்சார அதிர்ச்சியினால் மரணம் உண்டாக்கும் நாற்காலி

17. காந்தம் தூண்டிய மின்சாரம்

மின்சாரக் காந்த விளைவு

நூற்றெட்டு வருஷங்களுக்கு முன்பு, காந்தத்தை வைத்துக்கொண்டு ஒரு கம்பியில் மின்சார ஓட்டத்தை இயற்றலாம் என்று மைக்கேல் பாரடே கண்டுபிடித்தார். அப்படி உண்டாகிய மின்சார ஓட்டத்திற்குத் தூண்டப் பட்ட மின்சார ஓட்டம் என்று அவர் பெயரிட்டார். அவர் செய்த சோதனை வருமாறு: புரியாகச் சுற்றிய சாதாரணக் கம்பிச் சுருள் ஒன்று. அதிலே மின்சார ஓட்டம் ஒன்றும் கிடையாது. அதை மின்காட்டியோடு பிணைத்தார். ஒரு சாதாரணக் காந்தக் கட்டையின் ஒரு முனையை அந்தச் சுருளின் நடுவிலே திடீரென்று செருகினார். செருகிய கணத்தில் மின்காட்டியின் முள்ளானது பளிச்சென்று ஒரு புறமாக விலகிற்று. ஆனால் மறுகணமே அது தன்னுடைய பழைய நடுநிலையை அடைந்துவிட்டது. செருகிய காந்தக் கட்டையைத் திடீரென்று வெளியே உருவினார். அதே கணத்தில் மின்காட்டியின் முள்ளானது பளிச்சென்று மறுபுறமாக விலகிற்று. ஆனால் மறுகணமே திரும்பவும் தன்னுடைய நடுநிலையை அடைந்துவிட்டது. ஆகலால் கம்பிச் சுருளின் நடுவே ஒரு காந்தத்தைச் செருகும்போதும், அதி



223. தூண்டப்பட்ட மின்சார ஓட்டம்

னின்று காந்தத்தை வெளியே உருவும்போதும் கம்பிச் சுருளிலே மின்சார ஓட்டம் நிகழ்கிறது என்பது தெரிய வந்தது.

இதற்குக் காரணம் என்ன என்பதை அவர் ஆராய்ந்தார். அவர் கொண்ட முடிவு வருமாறு: ஒவ்வொரு காந்தத்தைச் சுற்றியும் அதன் சக்தி ரேகைகள் பரவியிருக்கின்றன அல்லவா? (படம் 57-61). காந்தத்தைச் செருகும்போது, காந்தத்தின் சக்தி ரேகைகளைக் கம்பிச் சுருளிலுள்ள ஒவ்வொரு வளையமும், ஒவ்வொரு புரியும், வெட்டுகிறது. காந்தசக்தி ரேகைகள் இவ்வாறு வெட்டப்படும்போது, மின்சார அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. அதனால் மின்சார ஓட்டம் உண்டாகிறது. காந்தக் கட்டை உள்ளே அசையாமல் இருக்கும்பொழுது, கம்பிச் சுருள்கள் காந்த ரேகைகளை வெட்டுவதில்லை. ஆகையால் அப்பொழுது மின்சார ஓட்டம் நடைபெறுவதில்லை. மறுபடியும் காந்தக் கட்டையை வெளியே உருவும்போது, காந்தக் கட்டையின் சக்தி ரேகைகளை கம்பிச் சுருளின் புரிகள் வெட்டுகின்றன. ஆதலால், இப்பொழுதும் மின்சார அழுத்தம் ஏற்படுகிறது. ஆதலால் மின்சார ஓட்டம் உண்டாகிறது. ஆனால், இப்பொழுது ஏற்படும் வெட்டுத் திசைமாறி விழுவதால், இப்பொழுது உண்டாகும் மின்சாரஓட்டமும், திசைமாறி, எதிர்ப்புறமாக ஓடுகிறது.

காந்தத்தின் அண்டையிலே அதனுடைய சக்தி ரேகைகள் பரவியதாயும், அதன் சக்திக்கு உட்பட்டதாயுமுள்ள காந்தப்புலம் ஒன்று இருக்கிறது. அந்தப் புலத்திலே கம்பியைச் சுருளாக வைத்தால், கம்பியும் காந்தமும் இயங்காமல் இருக்கும் வரையில் விசேஷ நிகழ்ச்சி ஒன்

றம் நடைபெறுவதில்லை. ஆனால், காந்தமாவது கம்பிச் சுருளாவது இயங்குமானால், காந்தத்தினால் கம்பியிலே உறைத்துக்கொண்டிருந்த சக்தியின் தன்மை மாறுபடுகிறது. இயக்கத்தின் காரணத்தால் அந்த உறைப்பு ஒரு சமயம் அதிகமாகவும், ஒரு சமயம் குறைவாகவும் ஆகிறது. கம்பிச் சுருளானது காந்தத்தின் துருவத்தை அணுகும்போது, அதன் காந்த சக்தி மிகுதியாக உறைக்கிறது. அந்தச் சுருள் காந்தத்தின் துருவத்தை விட்டு விலகிப் போகும்போது, அதன் மேல் உறைக்கும் காந்த சக்தியின் அளவு மிகக் குறைவாக இருக்கிறது. இப்படிக் காந்த சக்தியின் அடர்த்தி மிகுந்தும் குறைந்தும் அதன் மேல் உறைத்து வருகிறது. இவ்வாறு காந்த சக்தியின் அடர்த்தியிலே ஏற்படும் மாறுபாடானது அந்தக் கம்பிச் சுருளிலே மின்சார ஓட்டத்தை உண்டாக்குகிறது.

எவ்வளவுக் கெவ்வளவு இம்மாறுபாடுகள் துரிதமாக ஏற்படுகின்றனவோ, அவ்வளவுக் கவ்வளவு, அவற்றிற்கு ஏற்றபடி கம்பியிலே உண்டாகும் மின்சார ஓட்டத்தின் தன்மையும் இருந்து வரும். அதனால், எவ்வளவுக் கெவ்வளவு துரிதமாகக் காந்தக் கட்டையைச் செருகுகிறோமோ, அல்லது வெளியே உருவுகிறோமோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு மின்சார ஓட்டமும் அதிக அழுத்தம் உடையதாகிறது.

ஒரு காந்தக் கட்டைக்குப் பதிலாக இரண்டு காந்தக் கட்டைகளை உபயோகித்து, அவற்றின் ஒத்த முனைகளை ஒன்றுபோலச் செருகினால், மின்சார ஓட்டம் ஏற்றபடி அதிக அழுத்தம் உடையதாகிறது.

ஒரே கனமுள்ள கம்பிச் சுருள்கள் இரண்டிலே ஒன்றில் நூறு சுற்றுக்களும், மற்றொன்றில் இருநூறு சுற்றுக்

களும் இருந்தால், இருநூறு சுற்றுக் கம்பிச் சுருளிலே இரண்டு மடங்கு அழுத்தமுள்ள மின்சார ஓட்டம் நிகழும்.

ஆகவே கம்பிச் சுருளில் தோன்றும் மின்சார ஓட்டத்தின் அழுத்தமானது காந்தக்கட்டையின் பலத்தையும், கம்பியிலுள்ள சுருளின் எண்ணையும், காந்த சக்தி ரேகைகள் வெட்டப்படும் துரிதத்தையும் பொறுத்திருக்கிறது.

இன்னும் ஒன்று. காந்தக் கட்டையின் வட முனையைச் சுருளில் செருகும்போது மின்சாரஓட்டம் ஒரு போக்காக ஓடினுல், அதன் தென் முனையைச் சுருளில் செருகும் போது மின்சார ஓட்டம் அதற்கு எதிர்ப்போக்காக ஓடும்.

மேலே சொல்லப்பட்ட சோதனையிலே கம்பிச் சுருளை நிலையாக வைத்திருந்தது; காந்தத்தை இயங்கும்படி செய்திருந்தது. இதற்குப் பதிலாக காந்தத்தை நிலையாக வைத்துக் கம்பிச் சுருளை இயங்கச் செய்தாலும், இதே மாதிரியான விளைவுதான் உண்டாகும்.



224. ஜோஸெப் ஹென்ரி

இங்கிலாந்தில் மைக்கேல் பாரடே என்பவர் இந்த விஷயத்தைக் கண்டுபிடித்தார். கிட்டத்தட்ட அதே காலத்திலேயே, அமெரிக்காவிலே ஐக்கிய மாகாணத்தினரான ஜோஸெப் ஹென்ரி என்பவரும் இதே விஷயத்தைத் தாமாகக் கண்டுபிடித்தார்.

டைனமோ

மின்சார ஓட்டத்தை இயற்றும் கருவிகளுள் முக்கியமானவை இரண்டு—மின்சாரக் கலமும், டைனமோவும். மின்சார ஓட்டம் குறைந்த அளவில் போதுமானால், மின்சாரக் கலத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். உதாரணமாக வீட்டில் மணி அடிப்பதற்கு லெக்லாஞ்சே மின்சாரக் கலத்தைத்தான் உபயோகிப்பது வழக்கம். ஆனால் அதிகமான அளவில் மின்சாரம் வேண்டுமானால், டைனமோவைக் கொண்டுதான் தற்காலத்தில் அதை இயற்றி வருகிறார்கள். மின்சாரத்தை இயற்றும் கம்பெனியின் கட்டடத்திலே டைனமோக்களை அமைத்திருப்பார்கள். நீராவி எந்திரத்தையேனும், எண்ணெய் எந்திரத்தையேனும், பாதாள ஆவியையேனும், நீர் வீழ்ச்சியையேனும், காற்றையேனும் கொண்டு அதை வேலை செய்ய வைப்பார்கள்.

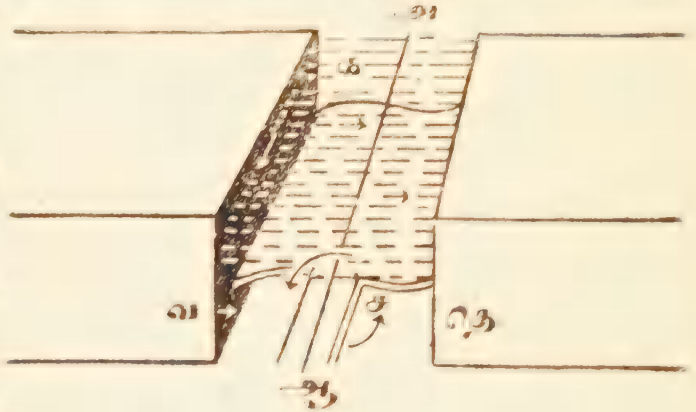
இரண்டு வகை டைனமோக்கள்

டைனமோவிலே இரண்டு வகை உண்டு. ஒன்றிலே நேராக, ஒரு திசையாகவே ஓடும் மின்சாரம் இயற்றப்படும். இதை நேரோடும் மின்சார டைனமோ என்றேனும், நேர்த்திசை மின்சார டைனமோ என்றேனும் சொல்லலாம் (படம் 66). மற்றொரு வகையான டைனமோவிலே மின்சாரமானது திசை மாறி மாறி ஓடிக்கொண்டேயிருக்கும். இப்பேர்ப்பட்ட டைனமோவை மீண்டு ஓடும் மின்சார டைனமோ என்றேனும், இரு திசை மின்சார டைனமோ என்றேனும் சொல்லலாம் (படம் 41).

இவ்விரண்டு வகை டைனமோவிலும் பொது அமைப்பு ஒன்றுதான். இவற்றினின்று மின்சாரத்தை வெளியேற்றும் முறையில்தான் இவற்றுள் மாறுபாடு காணப்படுகிறது.

டைனமோவின் பொது அமைப்பு

டைனமோவின் அமைப்பிலே முக்கியமான கருவிகள் கம்பிச் சுருளும் காந்தமும். க-ச என்று அடையாளமிட்ட கம்பிச் சுருளானது அ-ஆ என்னும் அச்சைச் சுற்றிச் சுழலும்படியாக அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது. அதன் இரு புறங்களிலும் காந்தத்தின் துருவங்கள் இருக்கின்றன. இடது புறத்தில் இருப்பது வட துருவம்; வலது புறத்தில் இருப்பது தென் துருவம். வட துருவத்திலிருந்து தென் துருவத்திற்குச் சக்தி ரேகைகள் செல்கின்றன. இவற்றைக் கோடுகளாலும், இவை செல்லும் திசையை அம்புமுனை அடையாளங்களாலும் படத்தில் காட்டியிருக்கிறது.



225. டைனமோவின் அமைப்பு

கம்பிச் சுருள் சுழலுகிறதென்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். சுழலும் முறையை வேறிரண்டு அம்பு முனைகள் காட்டுகின்றன. சுழலும்போது அதன் இடப்புறம் கீழாகத் தாழும். அப்போது, துறக்கேயுள்ள சக்தி ரேகைகளை மேலிருந்து கீழாக வெட்டும். பிறகு, சுழன்று, அடிப்பக்கமாக, வலது பக்கத்துக்கு வரும். அங்கு வந்து, மேலே

எழும். எழும்போது, அங்குள்ள சக்தி ரேகைகளைக் கீழிருந்து மேலே பார்த்து வெட்டும். மீண்டும் இடப்புறம் போய்ச் சேரும். இவ்வாறு ஒரு சுழற்சியிலே இடப் புறத்திலுள்ள கம்பிச் சுருளானது சக்தி ரேகைகளை இரு முறை வெட்டும்—கீழ் நோக்காக ஒரு முறையும், மேல் நோக்காக மற்றொரு முறையும். இவ்வாறே வலது புறத்தி லுள்ள கம்பிச் சுருளும், ஒரு முறை சுழலும்போது, காந்த சக்தி ரேகைகளை இருமுறை வெட்டும். ஆகலால், கம்பிச் சுருளிலே ஒவ்வொரு சுழற்சியின்போதும், இரண்டு முறை மின்சார ஓட்டங்கள் உண்டாகும்: சுழற்சியின் முதல் பாதியிலே ஒன்றும், சுழற்சியின் இரண்டாம் பாதியிலே ஒன்றுமாக. முதற் பாதியில் உண்டாகும் மின்சார ஓட்டம் ஒரு புறமாகச் செல்லும். இரண்டாம் பாதியில் உண்டா கும் மின்சார ஓட்டம் அதற்கு எதிர்ப்புறமாகச் செல்லும்.

ஆகையால் கம்பிச் சுருளானது ஸெகண்டுக்குப் பத் துத் தடவை வீதம் சுழலுமானால், ஒவ்வொரு ஸெகண் டிலும் இருபது மின்சார ஓட்டங்கள் ஏற்படும். அவற்றுள் பத்து ஒரு புறமாகவும், பத்து அவற்றுக்கு எதிர்ப்புறமாக வும் இருக்கும். இந்தப்படியாக ஸெகண்டுக்குப் பல தடவை கள் வீதம் மாறி மாறித் தோன்றும் மின்சார ஓட்டத்துக்கு மாறி ஓடும் மின்சாரம் என்று பொருள்படும் ஆல்டேர் னேட்டிங் கரேண்ட்டு என்று பெயரிட்டிருக்கிறார்கள்.

சுழலும் கம்பிச் சுருளுக்குப் பக்கத்திலே அமைத்தி ருக்கும் காந்தத்திற்குப் புலக் காந்தம் என்று பெயர். சுழ லும் கம்பிச் சுருள் வெட்டுவதற்கு வேண்டிய காந்த சக்தி ரேகைகளை உடைய காந்தப் புலத்தை அது உண்டாக்கித் தருவதால் அதற்கு இந்தப் பெயரை இடுவது பொருந்தும்.

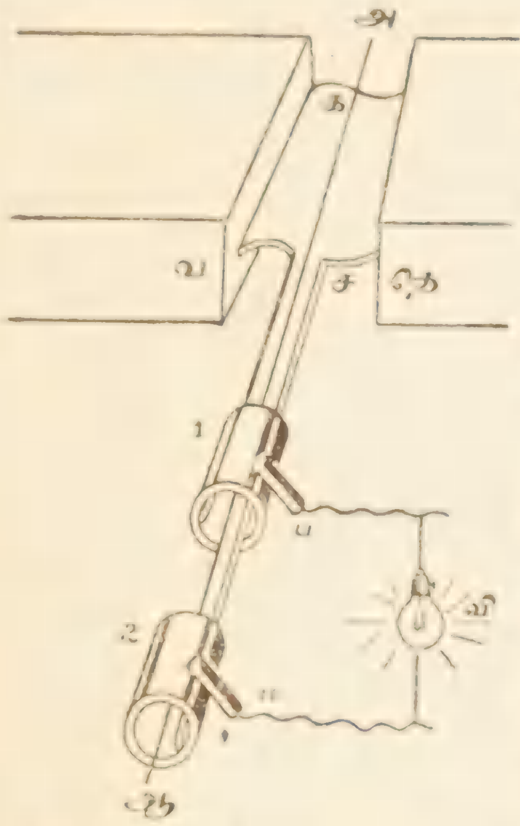
சுழலும் கம்பிச் சுருளானது தேனிரும்புக் கட்டை ஒன்றை நடுவில் வைத்து அதை மூடிப் புரி புரியாகச் சுற்றியிருக்கும். இதற்கு ஆர்மச்சர் என்று பெயர். நடுவிலே தேனிரும்புக் கட்டை ஒன்றையும் வைக்காமல் இந்தக் கம்பிச் சுருளை வெறுமனே சுற்றி வைத்திருந்தாலும் போதும். அப்படியானால் தேனிரும்பை நடுவில் ஏன் வைக்க வேண்டும் என்று கேட்டால், வெறும் கம்பிச் சுருள் மட்டிலும் வைத்திருந்தால் அதன் வழியாகச் செல்லும் சக்தி ரேகைகளைக் காட்டிலும் தேனிரும்பை வைத்திருந்தால் அதிக அளவில், சக்தி ரேகைகள் செல்லுகின்றன. அதனால், மின்சார ஓட்டமும் அதிக அளவில் உண்டாகிறது. இதற்காகத்தான் இவ்வாறு அமைத்திருக்கிறார்கள்.

இவ்வாறு ஆர்மச்சரில் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரத்தை வெளியே எடுத்துச் சென்றால் அல்லவோ அதைப் பயன்படுத்த முடியும்? அதற்கு வழி என்ன?

இருதிசை மின்சார டைனமோ

கம்பிச் சுருள் சுழலும்போது அதிலே மின்சாரம் தோன்றுகிறது. அச்சுருளின் ஒரு முனையை 1 என்று அடையாளமிட்ட பட்டை வளையத்தோடும், அதன் மறுமுனையை 2 என்று அடையாளமிட்ட அதே மாதிரியான மற்றொரு வளையத்தோடும் பொருத்தியிருக்கும். இந்த வளையங்கள் இரண்டும் உலோகத்தினால் செய்திருக்கும். கம்பிச் சுருளைச் சுழற்றும் அச்சிலே இவை பொருத்தப்பட்டிருக்கும். ஆதலால் அந்த அச்சும், கம்பிச் சுருளும் சுழலும் வண்ணமே இவ்விரண்டு வளையங்களும் சுழலும்.

அப்படி இவை சுழலும்போது, கம்பிச் சுருளில் உண்டாக்கப்படும் மின்சார ஓட்டம் இவற்றை வந்து அடையும். இம் மின்சார ஓட்டமானது திசை மாறி, மாறித் தோன்றுவதால், ஒரு திசையாக ஓடும் மின்சாரமானது 1 என்று இலக்கமிட்ட வளையத்தை அடையும். எதிர்த் திசையாக ஓடும் மின்சாரமானது 2 என்னும் இலக்கமிட்ட வளையத்தை வந்து அடையும். இந்த வளையங்கள் இரண்டும் ஒன்றையொன்று தொடாமலும், அச்சைத் தொடாமலும், காப்பான்களை வைத்துத் தடுத்திருக்கிறார்கள். அப்படி அவற்றைக் காப்பிடுத் தடுக்காவிட்டால், இயற்றப்படும் மின்சாரம் அச்சின் வழியாக ஒழுகிப் போய்விடும்.



226. இருதிசை மின்சார டைனமோவின் அமைப்பு

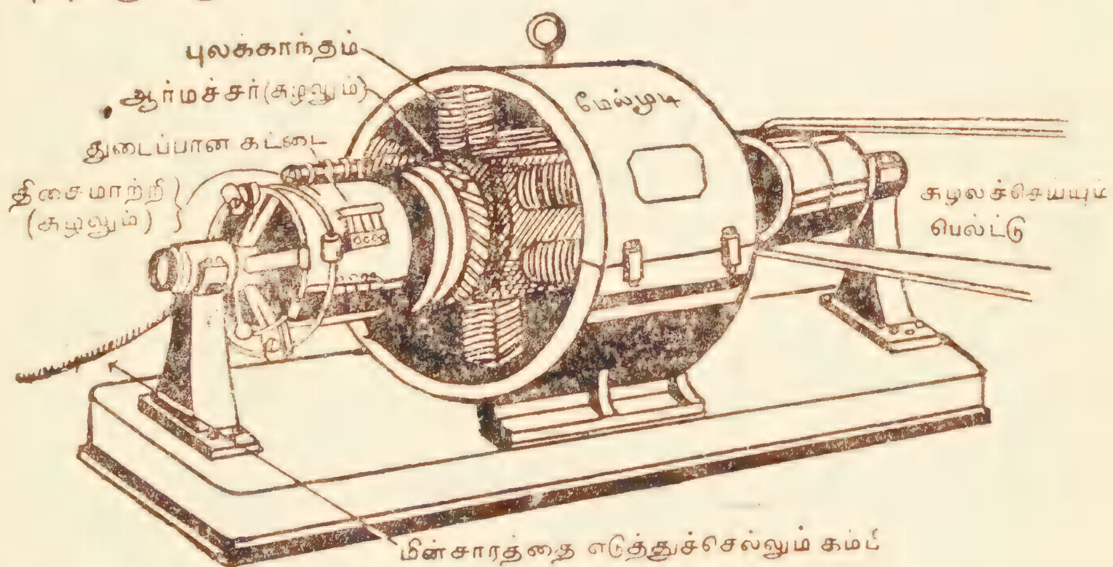
இந்தப் பட்டையான வளையங்களில் சுரக்கும் மின்சார ஓட்டத்தை வேண்டிய இடத்திற்கு வெளியேற்றுவதற்காக, இரண்டு உலோகக் கட்டைகள் அல்லது துடைப்பான்கள் இருக்கும். அவற்றை அவ்வளையங்களின் மீது உராயும்படி வைத்திருக்கும். படத்திலே அவற்றை ப, ம, என்று காட்டியிருக்கிறது. அந்தக் கட்டைகளோடு கம்பிகள் பிணைக்கப்பட்டிருக்கும். அவற்றின் வழியே மின்சார ஓட்டம் மாறி மாறி வெளியேறும். ஒரு முறை ப என்னும் கட்டையின் வழியாக ஒரு புறமிருந்தும், மறுமுறை ம என்னும் கட்டை

யின் வழியாக எதிர்ப்புறமிருந்தும் மின்சாரம் வெளியேறும்.

இந்த மாதிரியாக மாறி மாறிப் பாயும் மின்சார ஓட்டத்தை உண்டாக்கும் கருவியை மாறி ஓடும் மின்சார டைனமோ என்றும் சொல்லலாமல்லவா?

நேர்த்திசை மின்சார டைனமோ

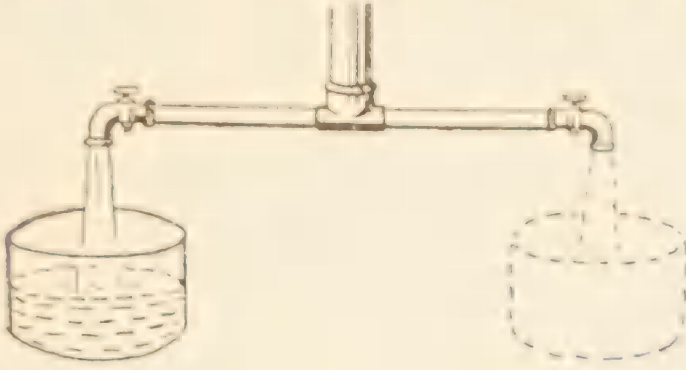
மேலே சொல்லியபடி, இது பெரும்பான்மையும் இருதிசை மின்சார டைனமோ அமைந்தபடியேதான் அமைந்திருக்கிறது. இதிலும் காந்தக் கட்டைகளின் நடுவிலே, அவற்றின் காந்தப் புலத்திலே கம்பிச் சுருள் வைத்திருக்கும். அந்தக் கம்பிச் சுருளின் சுழற்சியினால்



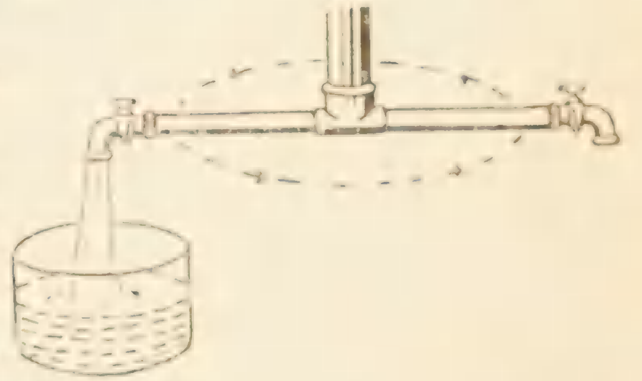
227. டைனமோவின் தத்துவம்

இதிலும் மின்சாரம் உண்டாக்கப்படும். ஆனால் மின்சாரம் திசை மாறி மாறி அல்லவோ வருகிறது? இதை ஒரே திசையாகச் செல்லும்படி அமைக்க வேண்டுமே; அது எப்படி? இதை விஞ்ஞானிகள் ஆலோசனை செய்து பார்த்தார்கள். ஒரு வழியைக் கண்டுபிடித்தார்கள். அவர்களுடைய ஆலோசனையையும் முடிவையும் ஓர் உதாரணத்தால் விளக்கலாம்.

ஒரு பெரிய குழாயின் வழியாகத் தண்ணீர் வருகிறதென்றும், அதினின்று இரண்டு குழாய்கள் எதிர் எதிராகப் பிரிகின்றன என்றும், அவற்றின் வழியாக ஒரு முறை ஒரு குழாயின் வழியும், மறு முறை எதிர்க் குழாயின் வழியும் தண்ணீர் வருகிறது என்றும் வைத்துக் கொள்ளுவோம். அவ்விரண்டு குழாய்களினின்றும் வெவ்வேறு திசையாக வரும் தண்ணீரை ஒரே கிண்ணத்தில் ஒன்றாகப் பெருகச் செய்வது எப்படி? ஒரு குழாயினின்று தண்ணீர் வரும்போது, அதற்கு நேராகக் கிண்ணத்தைக் கொண்டு ஏந்தியும், எதிர்ப்புறமுள்ள குழாயினின்று தண்ணீர் வரும்போது அதற்கு நேராகவும் அதே கிண்ணத்தைக் கொண்டுபோய் ஏந்தியும், மாறி மாறி ஒரே கிண்ணத்தில் ஏந்தி வந்தால், குழாயினின்று இருபுறமாகப் பாயும் தண்ணீர் முழுவதையும் ஒரே கிண்ணத்தில் பிடித்துக்கொள்ளலாம் அல்லவா?



228. இரண்டு குழாய்களும் மாறி மாறி ஏந்தும் கிண்ணமும்



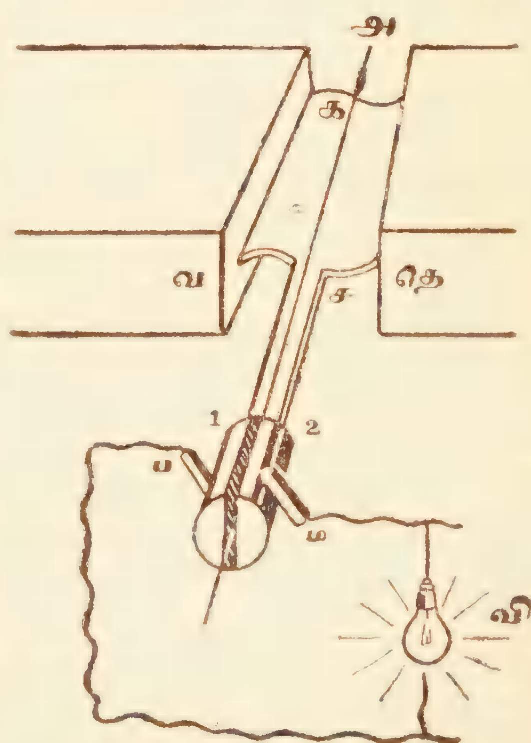
229. சுழலும் குழாய்கள்

அல்லது, இதற்குப் பதிலாக வேறொன்று செய்யலாம். கிண்ணத்தை இடம் விட்டு இடமாக மாற்றாமல் ஒரே இடத்தில் வைத்துக் குழாய்களைச் சுழலச் செய்து, ஒவ்வொரு முறையும் தண்

ணீரைக் கீக்கும்போது, அந்தக் குழாய் கிண்ணத்துக்கு நேராக வரும்படி அமைத்தால், அப்பொழுதும் தண்ணீர் முழுதும் ஒரே கிண்ணத்தில் வந்து சேருமல்லவா? இதைப் போன்ற ஏற்பாடு ஒன்றுதான் நேர்த்திசை மின்சார டைனமோவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது.

இருதிசை மின்சார டைனமோவில் இருப்பனவற்றைப்போல் நேர்த்திசை மின்சார டைனமோவில் முழு வளையங்கள் கிடையா. அவற்றுக்குப் பதிலாகத் திசை மாற்றிகள் என்று சொல்லத் தகும் கம்யுட்டேட்டர் இவற்றிலே வைக்கப்பட்டிருக்கும். கம்யுட்டேட்டர் என்பது வேறொன்றுமில்லை; நெடுக்கில் இரண்டாகப்பிளந்த ஒரு வளையம்தான் அது. வளையத்தின் அவ்விரண்டு கூறுகளும் படத்திலே 1, 2 என்று காட்டப்பட்டிருக்கின்றன.

அக்கூறுகளின் ஒரு பகுதியை ப என்னும் உலோகக் கட்டை தடவிக் கொண்டிருக்கிறது. மற்றொரு பகுதியை ம என்னும் உலோகக் கட்டை தொட்டுக்கொண்டிருக்கிறது. கம்பிச் சுருள் சுழலும் போது உண்டாகும் மின்சார ஓட்டம் மாறிமாறி ஓடி, ஒரு முறை 1 என்னும் வளையப் பகுதியிலேயும், மறுமுறை 2 என்னும் வளையப் பகுதியிலேயும் பாயும். ஆனால் 1 என்னும் வளையப் பகுதியைத் தொடுவதாகப் படத்தில் காட்டிய ப-வின் வழியாகத்தான் இரண்டு முறையிலும் மின்சாரம்



230. நேர்த்திசை டைனமோ

வெளியேறும். ஏனெனில், 1 என்னும் வளையப் பகுதியிலே மின்சாரம் பாய்ந்தால் அது ப-வின் வழியாக வெளியேறும் என்பதில் சந்தேகமில்லை. ஆனால், 2 என்னும் வளையப் பகுதியிலே பாயும் மின்சாரம் ப-வுக்கு எதிர்ப்புறமாக அல்லவோ பாயவேண்டும் என்று கேட்கலாம். 2 என்னும் வளையப் பகுதியிலே மின்சாரம் பாயும்போது, அந்தப் பகுதி சுழன்று, ப என்னும் உலோகக் கட்டைக்கு நேரே வந்து, அதைத் தொடும்படியாக அமைந்திருக்கிறது. ஆகையால் அப்பொழுது உண்டாகும் மின்சாரமும் ப-வின் வழியே தான் வெளியேறும். மேலே காட்டிய உதாரணத்தில் குழாய்கள் சுழன்று ஒரே கிண்ணத்தில் தண்ணீரைக் கொண்டு கொட்டுவது போலவே தான் இதுவும்.

சுழற்சியினால் இரு திசைகளிலே மாறி மாறிப் பாயும் மின்சாரமானது இந்த ஏற்பாட்டினால் ஒரே திசையாய் ஓடும் மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது. இந்த வகையாய் ஓடும் மின்சாரத்தை நேரோடும் மின்சாரம் என்றும், இதை உண்டாக்கும் கருவியை நேரோடும் மின்சார டைனமோ என்றும் சொல்லலாம்.

மோட்டார் கார்களிலே வைக்கப்பட்டிருக்கும் டைனமோ இந்த வர்க்கத்தைச் சேர்ந்தது.

மேலே சொல்லியதுதான் டைனமோவின் அமைப்பின் தத்துவம். இந்த ஏற்பாட்டை ஆதாரமாக வைத்துக் கொண்டு, மிகப் பெரிய டைனமோக்களை அமைத்திருக்கிறார்கள். அவற்றிலே ஒரு காந்தத்துக்குப் பதிலாகப் பல காந்தங்கள் இருக்கும்; ஒரு சுருளுக்குப் பதிலாகப் பல சுருள்கள் இருக்கும்; இரண்டு உலோகக் கட்டைகளுக்குப்

பதிலாகப் பல உலோகக் கட்டைகள் இருக்கும். ஆதலால், அவற்றிற் கேற்றபடி மின்சார ஓட்டத்தின் அழுத்தம் மிகவும் அதிகமாயிருக்கும்.

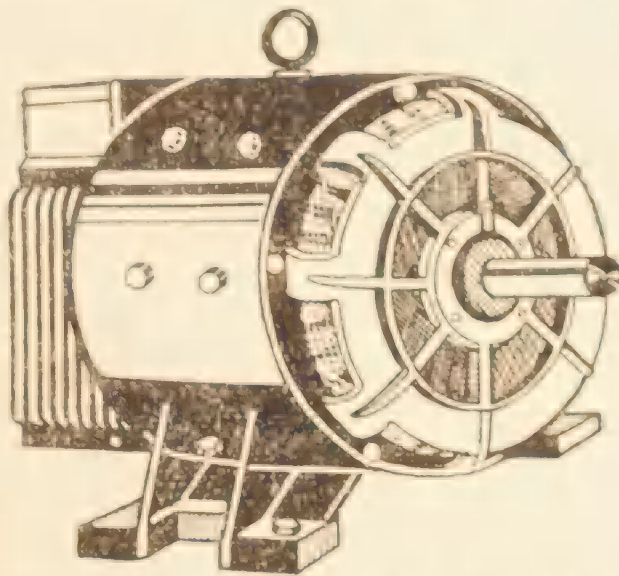
மக்னீட்டோ

மிகவும் சாதாரணமான டைனமோ வகைக்கு மக்னீட்டோ என்று பெயர். இதிலே குதிரை லாட வடிவமான காந்தக் கட்டையின் இரண்டு துருவங்களுக்கு நடுவிலே காப்பிட்ட கம்பிச் சுருள் ஒன்று வைத்திருக்கும். அச் சுருள் சுழலும்படியாக அமைந்திருக்கும். அந்தக் காந்தக்கட்டையின் இரண்டு துருவங்களுக்கும் இடையே உள்ள காந்தப் புலத்திலே அந்தக் கம்பிச் சுருள் வேகமாகச் சுழலும். அப்போது, மேலே சொல்லியபடி, மின்சாரம் உண்டாகும். மோட்டார் ஸைகிள்களிலும், சிற்சில மோட்டார் கார்களிலும் இவை அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வண்டி ஓடத் தொடங்கும்போது கையினலேனும், காலினலேனும், எந்திரத்தினலேனும் ஒரு சக்கரத்தைச் சுழலச்செய்கிறார்கள். அப்போது இவையும் சுழன்று வேலை செய்யத் தொடங்குகின்றன. வண்டி ஓடத் தொடங்கிய பிறகு, அதிலுள்ள எஞ்ஜின் இவற்றைச் சுழலச் செய்து மின்சாரத்தை உண்டாக்கிக் கொண்டிருக்கும்.

மின்சார மோட்டார்

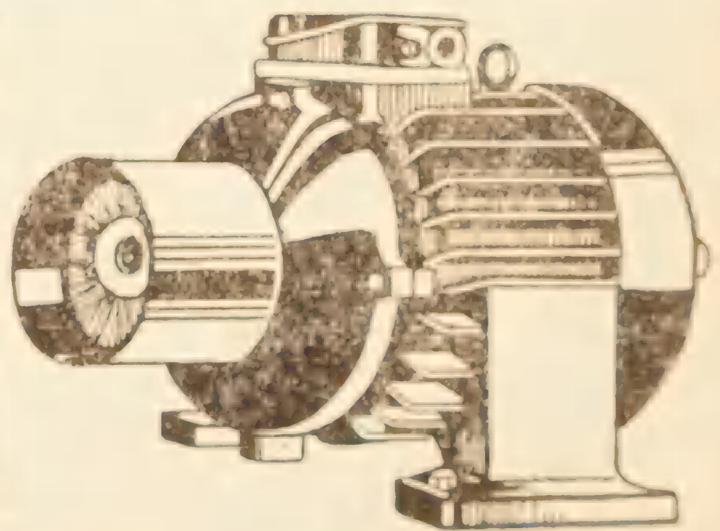
இது டைனமோவுக்கு நேர் எதிரிடையானது. ஆனல் இரண்டிற்கும் அநேக ஒற்றுமைகள் உண்டு. டைனமோவிலே நாம் கம்பிச் சுருளைச் சுழலச் செய்து மின்சார சக்தியை உண்டாக்குகிறோம்; அந்த மின்சார சக்தியை

வேண்டியபடி உபயோகிக்கிறோம். மின்சார மோட்டாரிலே மின்சாரசக்தியைச் செலவழித்த மோட்டாரைச் சுழலச் செய்கிறோம்; அச்சுழற்சியை நமக்கு வேண்டியபடி யெல்லாம் பயன்படுத்துகிறோம். டைனமோவிலே சுழற்சி மின்சாரமாக மாறுகிறது; மின்சார மோட்டாரிலே மின்சாரம் சுழற்சியாக மாறுகிறது. நேர்த்திசை மின்சார டைனமோவுக்கும், மின்சார மோட்டாருக்கும் அமைப்பில் அதிக வித்தியாசம் கிடையாது. இரண்டிலும் மூன்று முக்கியமான உறுப்புக்கள் காணப்படுகின்றன.



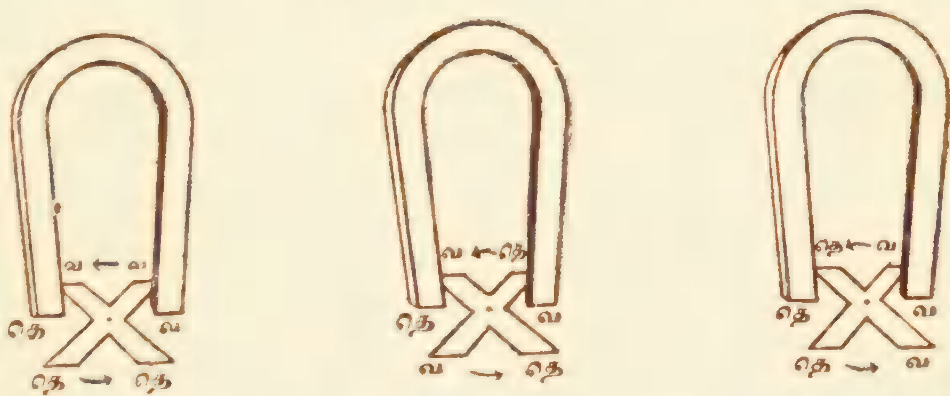
231. மின்சார மோட்டார்

ஒன்று, காந்தப் புலத்தை உண்டாக்கும் காந்தக் கட்டை; இரண்டு, ஆர்மச்சர் என்னும் கம்பிச் சுருள்; மூன்று, உலோகத் தகட்டுக் கட்டை பொருந்திய திசை மாற்றி (கம்யுட்டேட்டர்). ஆர்மச்சரைச் சுழலச் செய்தால் தகட்டுக்கட்டையோடு பிணைக்கப்பட்ட கம்பியின் வழியாக மின்சாரம் வெளியேறுவது போல, அக்கம்பிகளின் வழியாக மின்சாரத்தைச் செலுத்தி ஓடச் செய்தால் ஆர்மச்சர் சுழலும்.



232. மின்சார மோட்டார்

இனி அது வேலை செய்யும் முறையைக் கவனிப்போம். படத்திலே குதிரை லாட வடிவமான காந்தத்தின் துருவங்களின் அண்டையில் இரண்டு காந்தக் கட்டைகள் சுழலும்படி அமைந்திருப்பது காட்டியிருக்கிறது. காந்தக் கவர்ச்சியினால், காந்தக் கட்டையின் வட துருவத்தை லாடக் காந்தத்தின் தென் துருவம் தன் புறமாகக் கவரும். அதே சமயத்தில் காந்தக் கட்டையின் தென் துருவத்தை லாடக் காந்தத்தின் வட துருவம் தன் புறமாகக் கவரும். ஆகையால், சுழலும்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கும் இக்காந்தக்



233, 234, 235. மோட்டாரின் தத்துவத்தை விளக்கும் படம்.

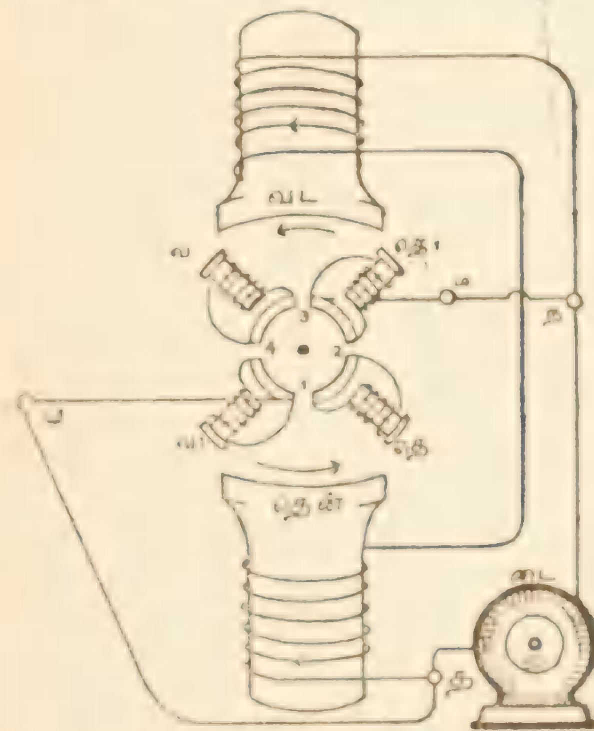
கட்டைகள் இவ்வகையான காந்தக்கவர்ச்சியினால் சுழலும். ஆனால் காந்தக் கட்டைகளின் வடதுருவங்கள் லாடக் காந்தத்தின் தென் துருவத்திற்கு எதிராகவும், காந்தக் கட்டைகளின் தென் துருவங்கள் லாடக் காந்தத்தின் வட துருவத்திற்கு நேராகவும் வந்தவுடன் மேலே சொல்லிய கவர்ச்சியின் பயனாகச் சுழற்சி நின்றுவிடும்.

ஆனால் இந்த மாதிரியாகக் காந்தக் கட்டைகள் வந்து நிற்கும் தறுவாயில், காந்தக் கட்டைகளின் வட துருவங்களைத் தென் துருவங்களாகவும், தென் துருவங்களை வட துருவங்களாகவும் மாற்ற முடியுமானால், சுழலும்

கட்டைக் காந்தங்களின் ஒத்த முனைகள் அவற்றால் தள்ளப் படும் அல்லவா? ஆகையால் அவை ஓர் அரைச் சுற்றுச் சுற்ற வேண்டி வரும்.

இப்பொழுது மீண்டும் காந்தக் கட்டைகளின் துருவங்களை மாற்றினால், மறுபடியும் ஓர் அரைச் சுழற்சி உண்டாகும். உண்டாகியதும் மீண்டும் பழைய நிலை ஏற்படும். இவ்வாறு காந்தக்கட்டைகளின் துருவங்களை மாற்றிக் கொண்டேயிருந்தால், அந்தக் காந்தக் கட்டைகள் சுழன்றுகொண்டே யிருக்கும்.

மோட்டாரிலே நடப்பதெல்லாம் இதுதான். மோட்டாரிலே சுழலும் பாகம் ஒன்று நடுவிலே வைக்கப்பட்டிருக்கும். சுழலாத பாகம் ஒன்று அதைச் சுற்றி வைத்திருக்கும். சுழலும் பாகத்துக்கு ஆர்மச்சர் என்று பெயர். அது கட்டைக் காந்தத்துக்குச் சமானமானது. மோட்டாரிலுள்ள காந்தங்கள் யாவும் மின் காந்தங்களே.



236. மோட்டாரின் தத்துவம்.

இந்தப் படத்தில் இதன் தத்துவம் விளக்கிக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது. டை என்பது மின்சாரத்தை உண்டாக்கும் டைனமோ. வட, தென் என்று அடையாளம் இடப்பட்டவை புலக் காந்தத்தின் வட துருவமும் தென் துருவமும். வ, வ1 என்னும் அடையாளம் இடப்பட்டவை சுழ

லும் கம்பிச் சுருளில் உள்ள தேனிரும்புக் காந்தங்களின் வடதுருவங்கள். தே, தே 1 என்பவை அவற்றின் தென் துருவங்கள். 1, 2, 3, 4 என்று காட்டப்பட்டவை திசை மாற்றிகளின் கூறுகள். இரண்டு காந்தக் கட்டைகள் வைத்திருப்பதால், திசைமாற்றி நாலு கூறுகளாக அமைந்திருக்கிறது. ப, ம என்பவை மின்சாரத்தைத் திசை மாற்றிகளின் மேல் பாயச் செய்யும் உலோகத் தகடுகள். இத்தகடுகளின் வழியாகச்செல்லும் மின்சாரம் திசைமாற்றியின் உதவியால் திசைமாறி ஓட முடிகிறது. ஒவ்வொரு சுழற்சியிலும் மின்சார ஓட்டம் இரண்டு முறை திசை மாறி ஓடுகிறது.

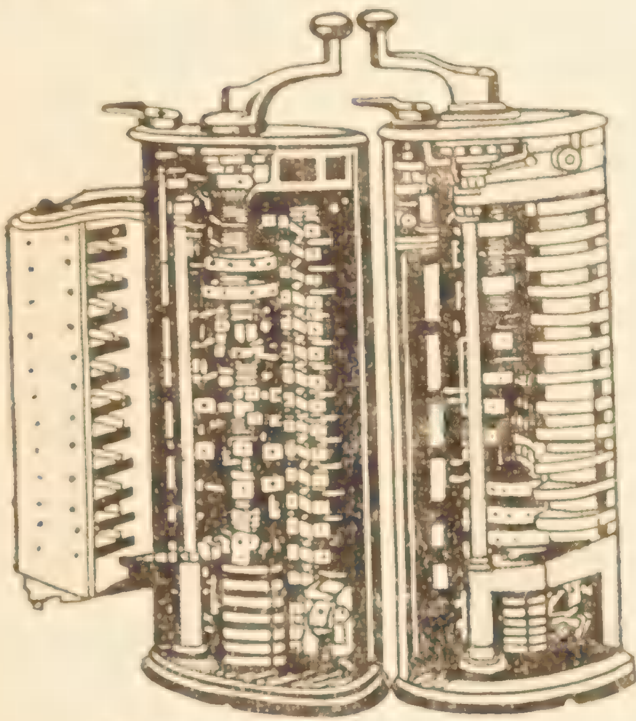
மின்சார ஓட்டம் மோட்டாரைச் சுழலச் செய்வது எப்படி?

இப்பொழுது ஒன்றிரண்டு விஷயங்களை ஞாபகமூட்டிக்கொள்வது நல்லது. தேனிரும்புக் கட்டையைச் சுற்றி மின்சாரம் ஓடினால், அந்த இரும்புக்கட்டை காந்தமாகிறது. அதன் வட முனை எது? காந்தக் கட்டையைச் சுற்றி மின்சாரம் ஓடுகிற திக்கைப் பார்த்து வலதுகைவிரல் நுனிகளை வைத்துக்கொண்டு, அந்தக் காந்தக் கட்டையைக் கையில் எடுத்தால், நீட்டிய கட்டைவிரல் காந்தத்தின் வடதுருவத்தைக் காட்டும். அல்லவா?

இப்பொழுது படத்தை மீண்டும் பார்ப்போம். டைனமோவிலிருந்து வரும் மின்சார ஓட்டமானது த என்னும் இடத்திற்கு வந்து, அங்கே இரண்டாகப் பிரிகிறது. ஒரு பகுதி புலக்காந்தத்தின் துருவங்களைச் சுற்றி ஓடி அதைக் காந்தமாக்குகிறது. மேலே வட என்று காட்டியிருப்பது வட துருவம். கீழே தென் என்று குறிக்கப்பட்டுள்ளது தென் துருவம். மின்சார ஓட்டத்தின் திசையைக் கொண்

டிப் துருவத்தின் தன்மையை அறிவோம். இவ்வாறு டைனமாவிலிருந்து புறப்பட்டு, இரண்டாகப் பிரிந்து, காந்தக்கட்டைகளைச் சுற்றிச் சூழும் மின்சார ஓட்டம் கடைசியில் ந-வின் வழியாகத் திரும்பிவிடுகிறது.

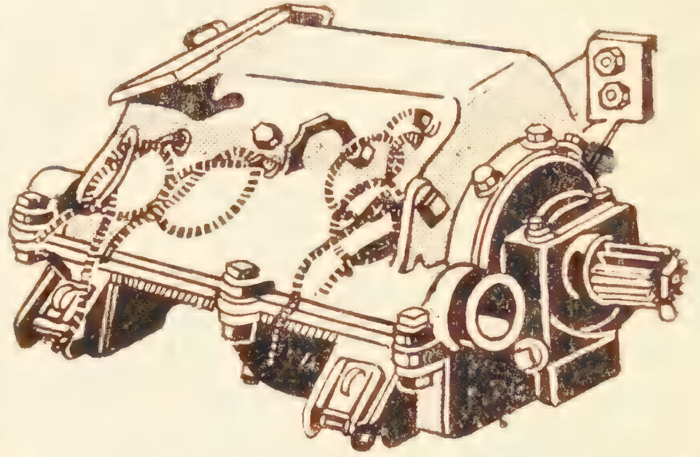
த-விலிருந்து கீழ்ப்புறமாய்ப் பாயும் மின்சார ஓட்டமானது ப என்னும் தகட்டின் வழியாக, திசை மாற்றியின் 1 என்று அடையாளமிட்ட பகுதியை அடைகிறது. அங்கே பிரிந்து, மின்சாரக்காந்தக் கட்டைகளைச் சுற்றி ஓடுகிறது. அதனால் வ, வ 1 என்பவை வட துருவங்களாகவும், தே, தே 1 என்பவை தென் துருவங்களாகவும் மாறுகின்றன. 1 என்னும் இடத்தில் பிரிந்த மின்சார ஓட்டமானது 3 என்று அடையாளமிட்ட பகுதியில் மீண்டும் ஒன்று சேர்ந்து, ம-வின் வழியாக வெளியேறித் திரும்புகிறது.



237. டிராம் வண்டியை அடக்கி ஓட்டும் கருவி

வ, வ1 என்பவை இரண்டும் வடதுருவங்களாகிவிட்டபடியால், அவற்றை வட என்னும் புலக்காந்தத்தின் வட துருவம் தள்ளுகிறது; தேன் என்னும் தென் துருவம் கவர்கிறது. அதே சமயத்தில் தே, தே 1 என்னும் தென் துருவங்களைப் புலக் காந்தத்தின் தென் துருவம் தள்ளுகிறது, வடதுருவம் கவர்கிறது. ஆகவே, புலக்காந்தத்தின்

கவர்ச்சியும் தள்ளுதலும் கட்டைக் காந்தங்களில் நான்கு இடங்களில் நிகழ்வதால், சுழலும்படி அமைத்திருக்கும் கட்டைக் காந்தங்கள் சுழலுகின்றன. அப்படிச் சுழன்றதும் வ என்பது வ 1 இருக்கும் இடத்திற்கும் தே1 என்பது வ இருக்கும்இடத்திற்கும் வந்து சேருகின்றன. இப்படிக் கால் சுழற்சி ஏற்படுகிறது. இதனால் திசை மாற்றியிலே 4 என்று அடையாளமிட்ட இடமானது ப வுக்கு நேராக வந்து சேருகிறது; 2 என்று அடையாளமிட்ட இடமானது ம வுக்கு நேராக வந்து சேருகிறது. ஆகவே, மின்சார ஓட்டமானது 4 என்னும் பகுதியின் வழியாகச் சென்று, 2 என்னும் பகுதியின் வழியாக வெளியே வருகிறது. அதனால், படத்தில் வ என்று காட்டிய முனையும் தே 1 என்று காட்டிய முனையும், இடம் மாறியபின்பு, வடதுருவங்களாக மாறுகின்றன; வ 1 என்று காட்டிய முனையும் தே என்று காட்டிய முனையும், இடம் மாறிய பின்பு, தென் துருவங்களாக மாறுகின்றன. இவ்வாறு புதிதாய்த் தோன்றிய துருவங்கள் முன்போலத் தள்ளப்பட்டும் கவரப்பட்டும் சுழல்கின்றன. ஒவ்வொரு முறையிலும்,கால் சுழற்சி நடைபெற்றதும், இடதுபுறத்திலுள்ள காந்தக் கட்டைகளின் கோடிகள் இரண்டும் வட துருவங்களாகவும், வலது புறத்திலுள்ள கோடிகள் இரண்டும தென் துருவங்களாகவும் மாறிக்கொண்டே வருகின்றன. ஆதலால், மின்சார



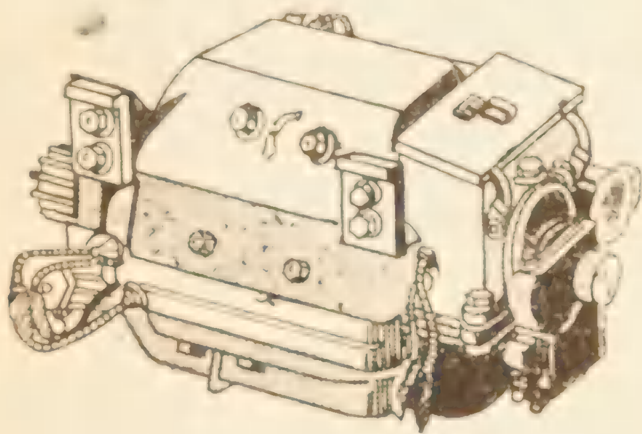
238. டிராம் வண்டியின் மோட்டார்: முன்புறத் தோற்றம்

ஓட்டம் ஓடிக்கொண்டிருக்கும் வரையில், சுழற்சியும் மேன்மேலும் நடந்துகொண்டே யிருக்கும்.

இதுதான் மின்சார மோட்டாரின் தத்துவம்.

மின்சார மோட்டார் செய்யும் வேலைகள்

மின்சார ஓட்டத்தினால் சுழன்று வரும் ஆர்மேச்சருக்கு நடுவில் ஓர் அச்சு வைக்கப்பட்டிருக்கும். ஆர்மேச்சர் சுழலும்பொழுது அந்த அச்சும் கூடவே சுழலும். நமக்கு வேண்டியபடி எந்த எந்திரத்தையேனும் அந்த அச்சோடு பிணைத்து, எந்திரத்தைச் சுழலச் செய்து வேலை வாங்க முடியும்.



239. டிராம் வண்டியின் மோட்டார்: பின்புறத்தோற்றம்

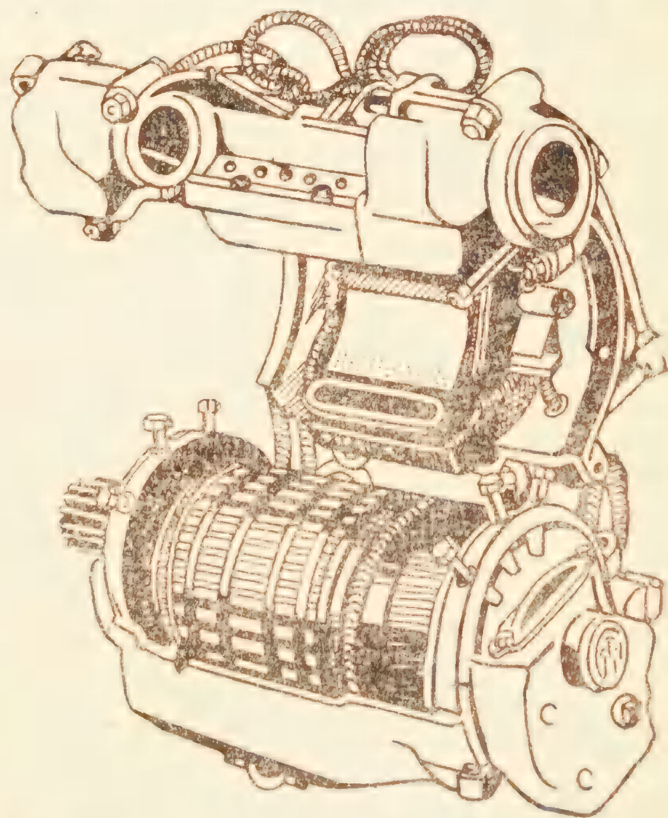
மின்சார மோட்டாருக்குச் சமானமாக வேறெந்த எந்திரத்தையும் சொல்ல முடியாது. பற்சக்கரங்கள் ஒன்றும் இல்லாமல், நீண்ட பெல்ட்டுக்கள் இல்லாமல், எங்கே பார்த்தாலும் சுழன்று கொண்டிருக்கும் நீண்ட அச்சுக்கள் முதலியனவும் இல்லாமல் மின்சார மோட்டார் வேலைசெய்யும். அதற்கு இடம் அதிகம் வேண்டாம். காதைத் துளைக்கும் கடபுட என்ற ஓசையும் அதில் கிடையாது; இனிமையான ஓர் ரீங்காரம் மட்டிலும் உண்டு. அடிக்கடி அதை மேற்பார்த்துக் கொண்டிருக்க வேண்டிய அவசியமும் இல்லை. இவற்றால், அது மிகவும் சிறந்த கருவியாக விளங்குகிறது.

மின்சார விசிறிகள்

நமது வீடுகளிலே ஓடும் மின்சார விசிறிகள் இவ்வகையான மோட்டார்களிலுல்தான் சுழலுகின்றன. பிரஷ் அல்லது துடைப்பான் என்று சொல்லப்படும் கட்டையின் வழியாக அவற்றின் உள்ளே மின்சாரம் சென்று, ஆர்மச்சரைச் சுழலச் செய்கிறது. ஆர்மச்சரின் அச்சோடு விசிறியின் இலைகள் அல்லது இதழ்கள் என்று சொல்லத்தகும் தகடுகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன ஆதலால் ஆர்மச்சர் சுழலும்போது விசிறியின் இலைகளும் சுழலுகின்றன.

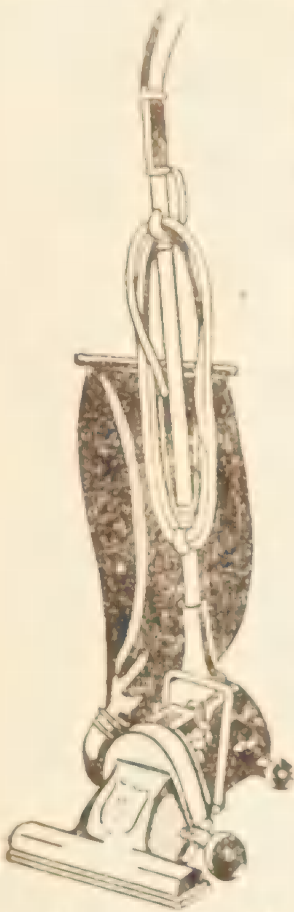
டிராம் வண்டி : மின்சார ரயில்

டிராம் வண்டியும், மின்சார ரயிலும் இவ்வாறுதான் ஓடுகின்றன. தலைக்கு மேலேயுள்ள கம்பிகளின் வழியாகச் செல்லும் மின்சார ஓட்டமானது, வண்டியின் மேலுள்ள கோல்களின் வழியாக இணைக்கப்பட்டு, வண்டியின் அடியிலே அமைத்திருக்கும் மோட்டாரினுள்ள ஆர்மச்சரைச் சுழலச் செய்கிறது. அது சுழலவே, அதன் அச்சும் சுழலுகிறது. ஆகவே, அந்த மோட்டாரின் சுழற்சியானது வண்டியின் சக்கரங்களைச் சுற்றுகிறது. இவ்வாறு பெரிய மோட்டார்களைச் சுற்றிச் சுழலச் செய்வதற்கு மின்சார



240. மின்சார ரயிலின் மோட்டார்: உட்புறத்தைத் திறந்து காட்டியிருக்கிறது

ஓட்டத்தின் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கவேண்டும். நமது வீட்டிலுள்ள மோட்டார்களைச் சுழலச் செய்யும் மின்சாரத்தின் அழுத்தம் 220 வோல்ட்டு. டிராம் வண்டியிலுள்ள மோட்டார்களைச் சுழலச் செய்யும் மின்சாரத்தின் அழுத்தம் 500 வோல்ட்டு. டிராம் வண்டியின் மோட்டாரைக் காட்டிலும் பெரிதான மின்சார ரயிலின் மோட்டாரை ஓடச் செய்யும் ஓட்டத்தின் அழுத்தம் சுமார் 1500 வோல்ட்டு.



241. வெற்றிடத் துடைப்பம்

வீடு துலக்கும் கருவி

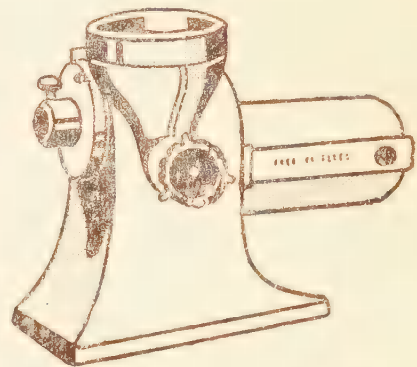
இதற்கு வாக்குவம் க்ளீனர் என்று பெயர். இதை வெற்றிடத் துடைப்பம் என்று சொல்லலாம். இதனுள்ளும் சிறு மோட்டார் ஒன்று இருக்கிறது. துலக்கும் கருவியினுள்ளே அமைக்கப்பட்டிருக்கிற விசிறியை அந்த மோட்டார் சுழலச் செய்கிறது. அந்த விசிறி சுழலும்போது காற்றை இழுத்து உறிஞ்சும்படியாக அமைந்திருக்கிறது. அப்படி அது மோட்டாரினால் சுழன்று காற்றை உறிஞ்சும்போது, தரையிலுள்ள தூசி முழுவதையும் காற்றோடு சேர்த்து உள்ளே இழுக்கிறது. அப்படி இழுக்கப்படும் தூசி அந்தக் கருவியிலுள்ள ஒரு பையில் கொண்டு சேர்க்கப்படுகிறது.



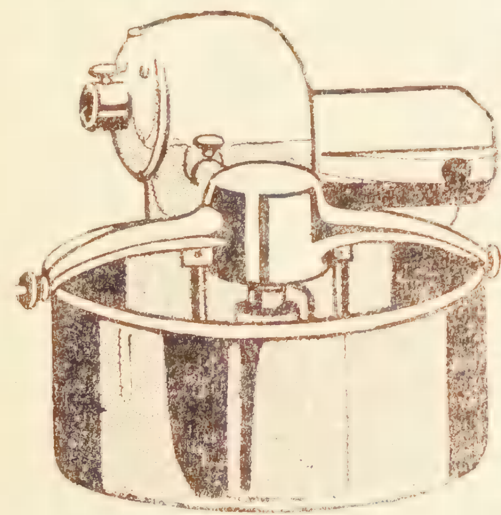
242. தரைக்கு மெருகிடும் எந்திரம்

தையல் எந்திரம், கிராமபோன் முதலியன

தையல் எந்திரத்தை ஓட்டுவதற்கும், கிராமபோன் தட்டைச் சுழற்றுவதற்கும், காப்பிக்கொட்டை முதலிய வற்றை அரைப்பதற்கும், தரையைச் சுத்தமாக்கி மெருகு போடுவதற்கும், வீட்டு வேலையில் சாதாரணமாக உபயோகப் படும் கருவிகளைச் சுழலச்செய்து ஓட்டுவதற்கும் சிறு மோட்டார்களைக் கொண்ட மின்சாரக் கருவிகளை உபயோகிக்கிறார்கள். சமையல் சம்பந்தமான வேலைகளாகிய நறுக்குதல், அரிதல், உரித்தல், பிசைதல், மசித்தல், கடைதல், திரித்தல், துருவுதல், பிழிதல் முதலிய வேலைகளை எல்லாம் செய்வதற்காகச் சிறு மோட்டார்களை இயற்றியிருக்கிறார்கள். மா அரைக்கும் மில் முதலிய இடங்களில் பெரிய மோட்டார் எந்திரங்கள் வேலை செய்கின்றன. கிணற்றிலே தண்ணீர் இறைப்பதற்கும், கிணறுகளைத் தோண்டுவதற்கும், இன்னும் இவை போன்ற நூற்றுக்கணக்கான சிறியவும் பெரியவுமான வேலைகளுக்கும் மின்சார மோட்டார்கள் உதவுகின்றன. ரயில்வே ஸ்டேஷன் பிளாட்பாரங்களில் மூட்டை முடிச்சுக்களை ஏற்றிக்கொண்டு ஓரிடமிருந்து மற்றோரிடத்துக்கு எடுத்துச் செல்லும் சிறு டிராலிகளும் இவ்வகையான மோட்டார்



243. உணவுப் பொருளை அரியும் எந்திரம்

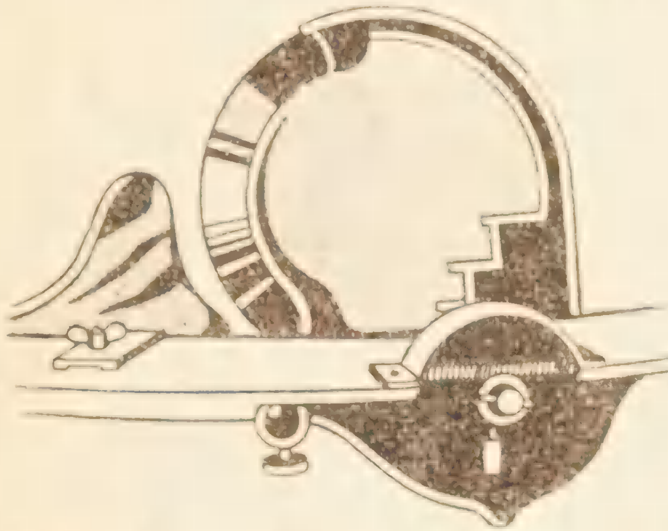


244. மின்சார மோட்டாரும், கடைந்து பிசையும் கருவியும்

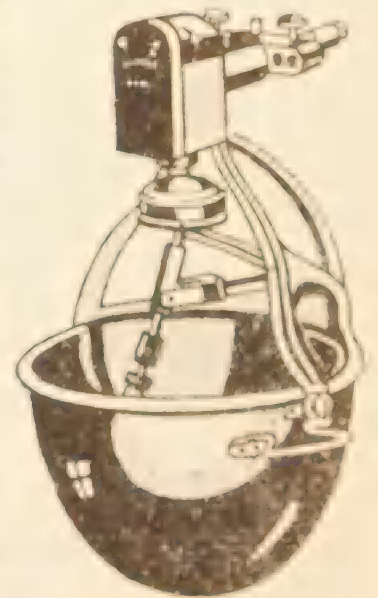
களினல்தான் வேலை செய்கின்றன. மோட்டார்க் காரிலுள்ள எலெக்ட்ரிக் ஹார்ன் என்னும் ஒலிக்கருவி சத்தத்தைப் இரைக்கின்றதுதான்.

மின்சார அழுத்த மாற்றி

அநேகமாக நகரங்களிலே உண்டாக்கப்படும் மின்சாரம் இருதிசை மின்சார வகையைச் சேர்ந்தது. யந்திர சாலையிலே உண்டாக்கப்படும் மின்சாரமானது அழுத்தம் மிக்கது. அதை வீடுகளில் அப்படியே உபயோகித்தால், உயிர்ச் சேதமும், நெருப்பு விபத்துக்களும் அடிக்கடி உண்டாகும். மலையிலிருந்து தள்ளி விழும் நீர் வீழ்ச்சியின் அடியிலே நின்றுகொண்டு அண்ணாந்து வாயைத் திறந்து தண்ணீரைப் பருக முடியுமா? முடியுமானாலும் சௌகரியமாயிருக்குமா? வேகங் குறைந்து மெதுவாய் ஓடும் ஓடை தான் நீர் பருகுவதற்கு மிகவும் சௌகரியமாயிருக்கும்.



245. ரொட்டியை நறுக்கும் கருவி

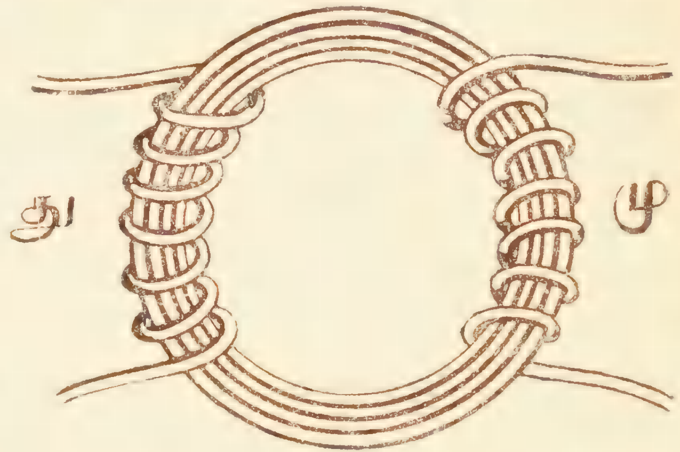


246. பிசையும் கருவி

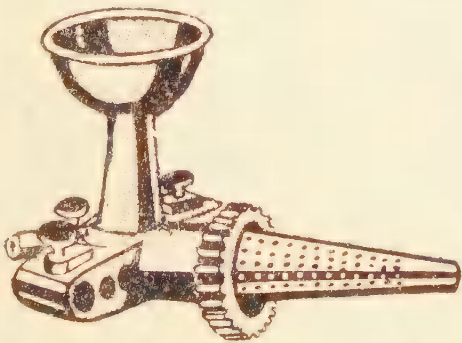
அதைப் போலவே மின்சார விஷயத்திலும், யந்திரசாலையிலே உண்டாக்கப்படும் மின்சாரத்தின் மிக்க அழுத்தத்தைக் குறைத்தால் மட்டிலுமே அதைச் சௌகரியமாக

வீட்டிலே உபயோகிக்க முடியும். இந்த அழுத்தத்தை எப்படிக் குறைப்பது ?

இதற்கென்று அமைத்த ஏற்பாட்டைப் பார்த்தால், இவ்வளவு எளிதா இது என்று தோன்றும். அந்த ஏற்பாட்டைப் படத்தில் விளக்கியிருக்கிறது. நடுவிலே தேனிரும்பினுல் செய்த வளையம் இருக்கிறது. அதன் வலப்புறத்திலே ஒரு கம்பிச் சுருள் அதைச் சுற்றியிருக்கிறது. அதன் இடப் புறத்திலே மற்ருெரு சுருள் அதைச் சுற்றியிருக்கிறது. வலப் புறத்திலேயுள்ள சுருளில் டைனமோ உண்டாக்கிய மின்சாரம் ஓடுகிறது என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். அப்பொழுது அதை முதற் சுருள் என்று சொல்லலாம். இடப்புறத்திலுள்ள மற்ருெரு சுருளைத் துணைச் சுருள் என்று சொல்லலாம்.



247. அழுத்த மாற்றி: முதற் சுருளும் துணைச் சுருளும்



248. துருவும் கருவி

முதற் சுருளின் வழியாக மின்சாரம் ஒரு புறமாய் ஓடும்போது, அது நடுவிலுள்ள வளையத்தைக் காந்தமாக்குகிறது. இந்தக் காந்த சக்தியினுல் வளையத்தைச் சுற்றியிருக்கும் துணைச் சுருளிலே மின்சாரம் தோன்றுகிறது. இது எப்படி என்பது முன்னே சொல்லப்பட்டது. அந்த மின்சாரம் துணைச் சுருளின்

வழியாய் ஓடும்பொழுது, முதற் சுருளில் ஓடிய மின்சாரத்தின் போக்குக்கு எதிர்ப்போக்காக ஓடுகிறது.

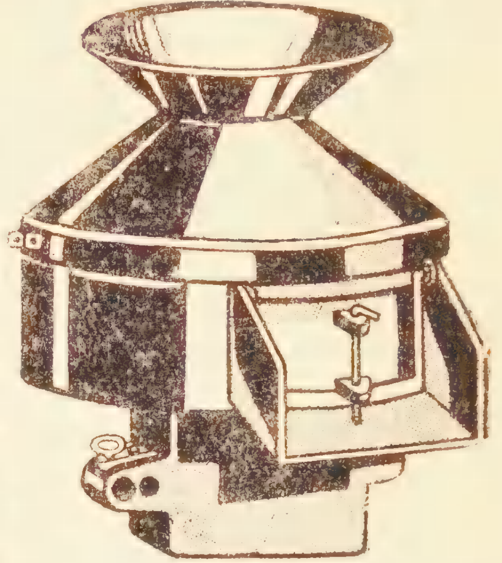
டைனமோ உண்டாக்கும் மின்சாரம் இருதிசை மின்சாரமாதலால், துணைச் சுருளிலே தோன்றும் மின்சாரமும் இருதிசை மின்சாரமாகவே இருக்கிறது. 'இதனால் ஒரு லாபமும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லையே. ஒரு கம்பிச் சுருளில் திசை மாறி ஓடும் மின்சாரம் வேறொரு கம்பிச் சுருளிலேயும் திசை மாறி ஓடினால் அதனால் என்ன பிரயோஜனம்?' என்று கேட்கலாம்.

முதற் சுருளும் துணைச் சுருளும் ஒன்றுபோல இருந்தால், ஒரு லாபமும் இல்லைதான். ஆனால் அவை இரண்டும் கம்பியின் அளவிலேனும், சுருள்களின் எண்ணிலேனும் வித்தியாசப்படுமாயின், அவ்வித்தியாசங்களுக்கு ஏற்ப, புதிதாகத் துணைச் சுருளில் தோன்றும் மின்சாரமும் வித்தியாசப்படும். முதற் சுருளாக உள்ள சுருளில் எத்தனை சுற்றுக்கள் இருக்கின்றனவோ அதற்குப் பத்து மடங்கு அதிகமான சுற்றுக்கள் துணைச் சுருளில் இருக்குமாயின், துணைச் சுருளில் தோன்றும் மின்சாரமானது முதற் சுருளில் ஓடும் மின்சாரத்தைக் காட்டிலும் பத்து மடங்கு அதிக அழுத்தமுள்ளதாயிருக்கும். முதற்சுருளில் உள்ள சுருள்களைக் காட்டிலும் துணைச் சுருளில் நூறு மடங்கு அதிகமான சுற்றுக்கள் இருக்குமாயின், துணைச் சுருளிலுள்ள மின்சாரத்தின் அழுத்தமும் நூறு மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். ஆதலால் அழுத்தம் உயர்த்தும் அழுத்த மாற்றி என்று இதைச் சொல்லலாம்.



249. பழத்தைச் சாறு பிழியும் கருவி

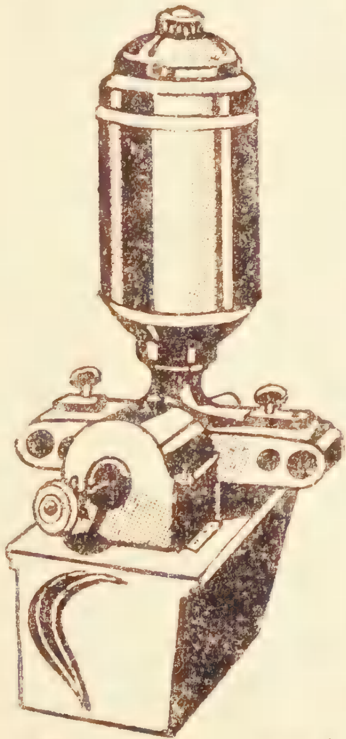
இவ்வாறன்றி முதற் சுருளில் உள்ள சுற்றுக்களில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு சுற்றுக்கள் துணைச் சுருளில் இருக்குமாயின், துணைச் சுருளில் தோன்றும் மின்சாரம் முதற் சுருளில் ஓடும் மின்சாரத்தில் ஐந்தில் ஒரு பங்கு அழுத்தம் உடையதாயிருக்கும். முதற் சுருளில் உள்ள சுற்றுக்களில் ஐம்பதில் ஒரு பங்கு சுற்றுக்கள் துணைச் சுருளில் இருக்குமானால், துணைச் சுருளின் மின்சார அழுத்தமும் முதற் சுருளின் மின்சார அழுத்தத்தில் ஐம்பதில் ஒரு பங்குதான் இருக்கும். இம் மாதிரியாக அமைந்த கருவியை அழுத்தம் தாழ்த்தும் அழுத்த மாற்றி என்று சொல்லலாம்.



250. தோலை உரித்துத் தருவும் கருவி

அழுத்த மாற்றியின் உபயோகம்

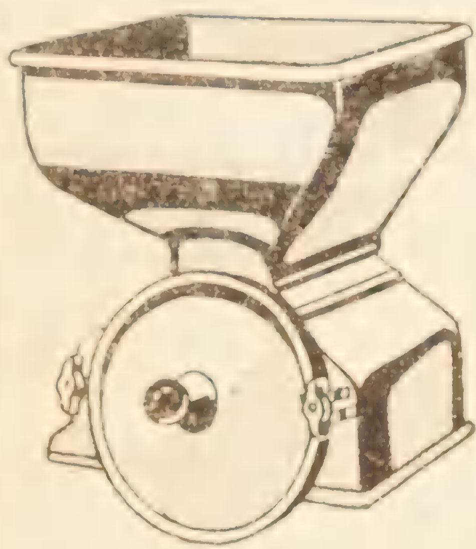
எந்திர சாலையில் உண்டாக்கப் படும் மின்சாரத்தின் அழுத்தம் 2200 வோல்ட்டு என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். நம்முடைய வீடுகளில் ஓடும் மின் சாரத்தின் அழுத்தம் 220 வோல்ட்டுத் தான். ஆதலால் இவ்வாறு அழுத்தத்தைக் குறைத்துத் தருகிறது இந்தக் கருவி. இது ஒரு சௌகரியம்.



251. அரைக்கும் கருவி

மின்சார ஓட்டத்தின் அழுத்தத்தை உயர்த்துவதால் என்ன சௌகரியம்? உபயோகப்படுத்தும்போது குறைத்துத்தானே ஆகவேண்டியிருக்கிறது? அப்படியாயின் உயர்த்துவானேன்? இது வீண் வேலை என்று சிலர் நினைக்கலாம்.

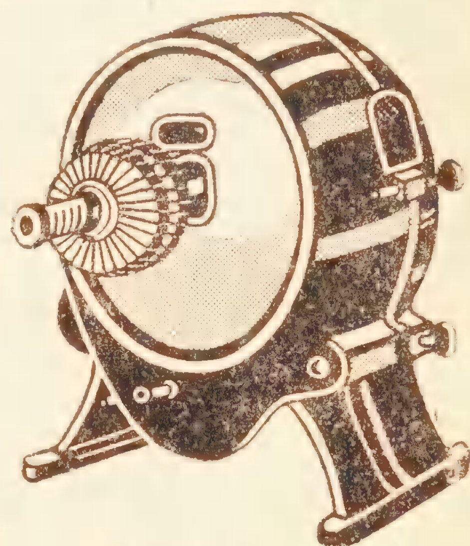
பஞ்சை ஓர் ஊரிலிருந்து வேறோர் ஊருக்கு அனுப்பும்போது என்ன செய்கிறோம்? பஞ்சை அழுத்திப் பொதிகளாக்குகிறோம். அந்த ஊரில் போனதும் பஞ்சைப் பிரித்துத்தானே ஆகவேண்டும்? பஞ்சை அழுத்துவதினால், இடம் லாபம் அல்லவா? அதைப் போலவே, இதிலும் ஒரு லாபம் இருக்கிறது.



252. மசிக்கும் கருவி

மின்சார ஓட்டம் நீரோட்டத்தை மிகவும் ஒத்திருக்கிறது என்றோம். நிலத்தின் வாட்டம் அதிகமாயிருக்கும் மலைப்புறத்திலே, அதாவது உயர்வு தாழ்வுகள் அதிகமாயிருக்கும் பிரதேசத்திலே, அவற்றிலுள்ள பேதம் அதிகமாயிருப்பதால், நீரோட்டம் வேகமாய் நடைபெறும். அங்கே ஓடும் நீரானது சிறு கால்வாயின் அகலம்தான் இருக்கும். ஆனால் வெகு துரிதமாய்க் கற்களைப் புரட்டிக்கொண்டு ஓடும். அதே நீர் மைதானத்தில் இறங்கும்போது அகன்ற பரந்த பெரிய இடத்தில் செல்லும்: ஆகலால் ஓட்டம் மந்தமாயிருக்கும். இதைப்போலவே மின்சார விஷயத்திலும். ஒரே அளவுள்ள மின்சாரம், அழுத்தம் அதிகமாயிருந்தால் மெல்லிய கம்பியின் வழியாகச் செல்லும். அழுத்தம் குறை

யக் குறையுக் கம்பியின் பருமனும் அதிகமாகவேண்டியிருக்கும். ஆகையால் ஓரிடத்தில் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரத்தை மற்றோர் இடத்துக்குக் கொண்டுபோக வேண்டுமானால், சௌகரியமான முறை அதன் அழுத்தத்தை மிகுதியாக்கி, அதைக்கொண்டு போவதேயாகும். அப்படிச் செய்தால், மெல்லிய கம்பியின் வழியாக அதைக் கொண்டுபோகலாம். இல்லாவிட்டால், மின்சாரத்தை ஏற்றுச் செல்லுவதற்குப் பருமனை கம்பிகள் தேவையாயிருக்கும். செப்புக் கம்பிகள் மிகவும் தூயதான செம்பினால் செய்யப்பட்டிருக்கவேண்டும். அப்பேர்ப்பட்ட செப்புக் கம்பிகளின் விலை அதிகம். மேலும் கனத்த கம்பிகளைக் கம்பங்களுக்கிடையே தொங்க விட்டுக் கொண்டு போவதும் சிரமம். தொங்க விட்டால் தொய்யும், அறுபட்டு போகும்.

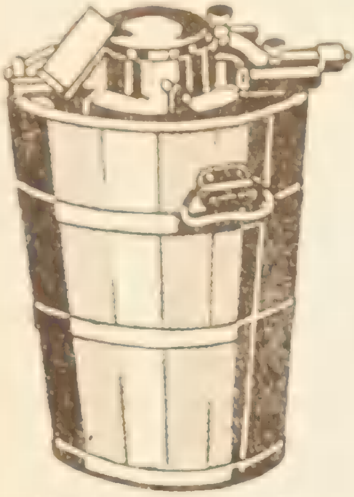


253. கத்தியைத் தீட்டும் எந்திரம்

அழுத்தத்தை இவ்வாறு உயர்த்துவதற்கு இன்னும் ஒரு காரணமும் உண்டு. கம்பியின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் நடைபெறும்போது கம்பியிலே சூடு தோன்றுகிறது என்று பார்த்தோம். இந்தச் சூடு கம்பியின் வழியாக ஓடும் மின்சாரத்தின் வேகத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. வேகம் அதிகமாக அதிகமாகக் கம்பியில் தோன்றும் சூடும் அதிகமாகும்.

ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு 220,000 வாட்டு அளவுள்ள மின்சாரத்தைக் கொண்டுபோக வேண்டும் என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். இதை 220

வோல்ட்டு அழுத்தத்தில் கொண்டுபோனால் இதன் வேகம் 1000 ஆம்பேராக இருக்கவேண்டும்; இதை 2200 வோல்ட்டு அழுத்தத்தில் கொண்டுபோனால் இதன் வேகம் 100 ஆம்பேராக இருந்தால்போதும். 100 ஆம்பேர் வேகத்தில் போகும்போது இருப்பதைக் காட்டிலும் 1000 ஆம்பேர் வேகத்தில் போகும்போது கம்பியில் தோன்றும் சூடு நூறு மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். ஆதலால் கம்பியில் சூடு அதிகமாகத் தோன்றி, கம்பி கெடாதிருக்க வேண்டுமானால், மின்சார ஓட்டத்தின் வேகத்தைக் குறைக்கவேண்டும். அழுத்தத்தை ஏற்றினால் அதன் வேகத்தைக் குறைக்கலாம். ஆதலால் அழுத்தத்தை உயர்த்துவதினால் கம்பியில் தோன்றும் சூட்டைக் குறைப்பதும் ஒரு நோக்கமாகும்.



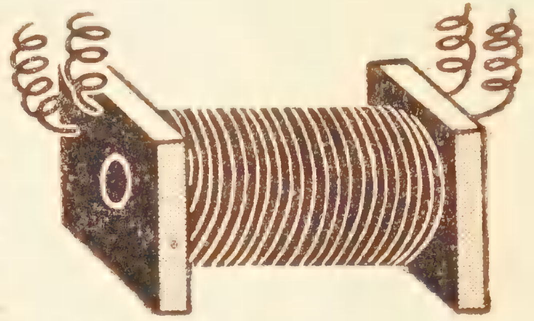
254. ஐஸ் க்ரீம் முதலியவை செய்யும் கருவி

ஆதலால், அழுத்த மாற்றிகள் மூலமாக, கொண்டு செல்வதற்கு மின்சாரத்தின் அழுத்தத்தை உயர்த்தவும், உபயோகத்துக்காகத் தாழ்த்தவும் முடிகிறது.

மின் தூண்டு சுருள்

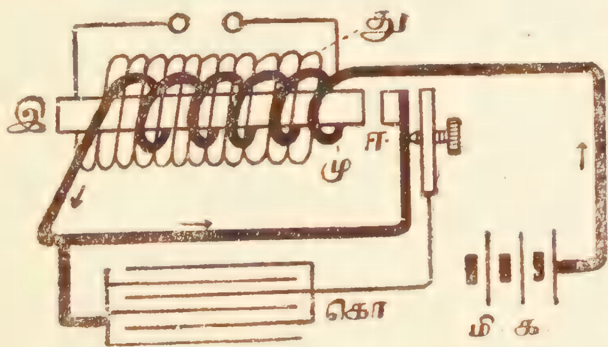
இதன் அமைப்பு வருமாறு. தேனிரும்புக் கட்டை ஒன்றைச் சுற்றிப் பருமனான கம்பிச் சுருள் ஒன்றிருக்கும். இதிலே சுற்றுக்கள் குறைவாக இருக்கும். இதுதான் முதற் சுருள். இதற்கு வெளிப்புறமாக, மெல்லிய கம்பிச் சுருள் ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கும். இதிலே சுருள்கள் அதிகம் இருக்கும். முதற் சுருள், சாதாரணமாக, ஒரு பாட்டெரி

யோடும், படத்தில் ஈ என்று குறிக்கப்பட்டிருக்கும் சிறு தேனிரும்புக் கட்டையோடும் பொருந்தியிருக்கும். முதற் சுருளிலே மின்சார ஓட்டமானது நடைபெறும்பொழுது, இ என்னும் நீண்ட தேனிரும்புக் கட்டையானது காந்த மாகும். காந்த சக்தி பெற்றதும் அது ஈ என்னும் சிறு தேனிரும் புக் கட்டையைக் கவர்ந்து இழுக் கும். இழுத்ததும், மின்சாரத் தொடர்ச்சி விட்டுப் போகும். தொடர்ச்சி நின்றவுடன், தேனி



255. மின் தூண்டு சுருள்

ரும்புக் கட்டையும் காந்தசக்தி அற்றுப்போகும். ஈ என் னும் கட்டை மீண்டும் பழைய இடத்திற்கு வந்து விடும். மீண்டும் மின்சாரத் தொடர்ச்சி ஏற்படும். இப்படியே திரும்பத் திரும்ப நடந்துகொண்டே இருக்கும். மின்சார மணியில் நடக்கும் காரியத் தைப் போலவேதான் இது வும்.



256. மின் தூண்டு சுருளின் அமைப்பு

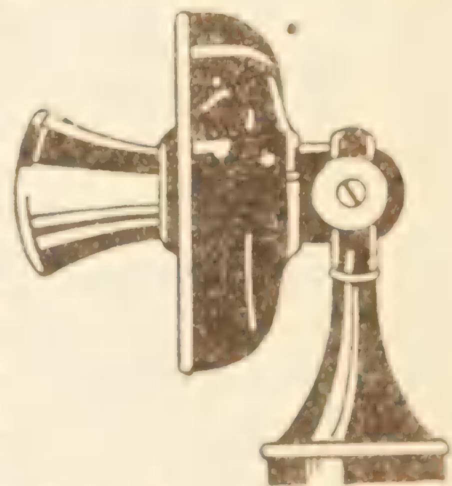
இனி, மின்சார ஓட்டத் தினால் கம்பிச் சுருள்களிலே என்ன நடக்கிறது என்று பார்ப்போம். முதற்சுருளிலே மின்சாரம் ஓடும்போது, துணைச் சுருளிலே எதிர்ப்போக்காக மின்சாரம் ஓடுகிறது. முதற் சுருளிலே மின்சார ஓட்டம் நின்றபோது, துணைச் சுருளிலே, பழைய போக்குக்கு எதிர்ப் போக்காக, அதாவது முதற் சுருளில் மின்சாரம் ஓடிய போக்காக, மின்சார ஓட்டம் தூண்டப்படுகிறது.

இவ்வாறு துணைச் சுருளில் திசைமாறித் தூண்டப்படும் மின்சார ஓட்டம் அதிக அழுத்தம் உடையதாக இருக்கும். அதனால் துணைச் சுருளின் கோடிகளுக்கு இடையே மின்சுடரைத் தெறிக்கச்செய்ய முடியும்.

மோட்டார் கார், மோட்டார் படகு, எக்ஸ்-ரே எனப்படும் கிரணங்கள், கம்பியில்லாத் தந்தி, டெலிபோன், வானொலி முதலியவற்றில் இந்தக் கருவி உபயோகப்படுகிறது.

டெலிபோன்

ஓர் ஊரில் இருப்பவரோடு நேருக்கு நேராகப் பேசுவதைப் போல் மின்சாரத்தின் சக்தியினால் அயலூரிலிருக்கும் ஒருவரோடும் நேருக்கு நேராகப் பேசிக்கொள்ளலாம். இவ்வகையாக உதவும் கருவிக்கு டெலிபோன் என்று பெயர். இதிலே முக்கியமான பாகங்கள் இரண்டு. பேசும் பாகம் ஒன்று, கேட்கும் பாகம் மற்றொன்று. இரண்டும் கிட்டத்தட்டக் குழாய் வடிவமாய் அமைந்திருப்பதால், இவற்றைப் பேசுங்குழாய் என்றும், கேட்குங்குழாய் என்றும் சொல்லலாம்.



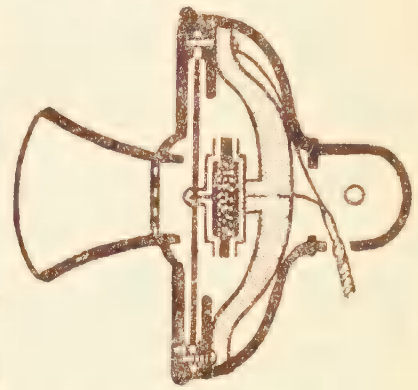
257. டெலிபோன்: பேசுங்குழாய்

பேசுங்குழாய்

இதன் ஒரு புறம் வாய் போன்று திறந்திருக்கும். அதற்குப் பின்புறத்திலே மெல்லிய உலோகத் தகடு ஒன்று வைத்திருக்கும். அதற்குப் பின்புறமாகக் கரிக்கட்டை ஒன்றை அதனோடு பிணைத்திருக்கும். அதற்கும் பின்

புறத்திலே கரித்தூள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அத்தூள்களுக்கும் பின்னே, முன் புறத்தில் இருப்பதுபோல், வேறொரு கரிக்கட்டை ஒன்று வைத்திருக்கும். இதுதான் இக்கருவியின் அமைப்பு.

இத்தகைய கருவியின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் நடைபெறும்படி அமைத்திருக்கும். மின்சார ஓட்டம் முன்னுள்ள உலோகத் தகட்டின் வழியாகக் கரிக்கட்டையை அடைந்து, அதனோடு பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் கம்பியின் வழியாக அதினின்று வெளியேறும்.



258. பேசுங் குழாயின் அமைப்பு

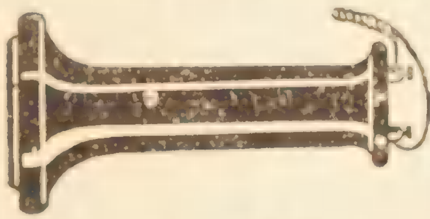
இவ்வாறு நடைபெறும் மின்சார ஓட்டம் ஓரே மாதிரியாக நடைபெறுவதில்லை: ஏனெனில், பேசும் கருவியில் பேசும்போது, குழாயின் வாய்ப்புறத் தகடு அதிரும். அதிரும்போது, அந்த அதிர்ச்சியினால் தகடானது அதற்குப் பின்புறமாக வைக்கப்பட்டிருக்கும் கரிக்கட்டையை அதிரச் செய்யும். அப்போது, அந்தக் கரிக்கட்டையின் அதிர்ச்சியினால், அதன் அதிர்ச்சிக்கு ஏற்ப, கரித்தூள்களும் அதிரும். அவை அதிரும்போது, அதிர்ச்சிக்கு ஒத்தபடி, அவை சில வேளை நெருங்கும், சில வேளை விலகும். அவை நெருங்கும்போது, அவற்றின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் எளிதாக நடைபெறும்; அவை விலகும்போது, மின்சாரஓட்டம் குறைவாக நடைபெறும். ஆகையால், அக்கரித் தூள்களின் வழியாக ஓடும் மின்சாரத்தின் பலம் அதிர்ச்சிக்கு ஏற்ப, மாறிக்கொண்டேயிருக்கும்.

இந்த ஏற்பாட்டுக்குப் பின்புறத்திலே மின் தூண்டு சுருள் வைக்கப்பட்டிருக்கும். பேசும் பேச்சினால் வாயானது

நூறு ஒலி அலைகளை உண்டாக்குமானால், அவற்றால் தாக்கப்பட்ட வாய்த்தகடும் நூறு முறை முன்னும் பின்னுமாக அதிரும். அதனால், முன்னே சொல்லியபடி, மின் தூண்டு சுருளில் ஒரு போக்காக நூறு மின்சார ஓட்டங்களும், எதிர்ப் போக்காக நூறு மின்சார ஓட்டங்களும் நடைபெறும். இந்த ஓட்டங்கள் யாவும் கம்பியின் வழியாகச் சென்று, கேட்குங் குழாயின் பின்புறத்தை அடையும்.

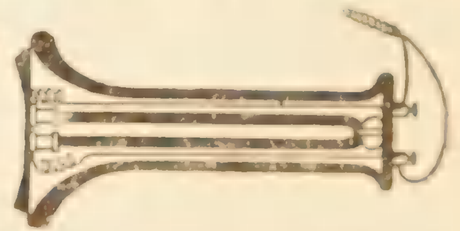
கேட்குங் குழாய்

இதன் நடுவிலே நீட்டுவாக்கில் ஒரு காந்தம் வைத்திருக்கும். அதன் முன் முனையைச் சுற்றிக் கம்பிச் சுருள் சுற்றியிருக்கும். அந்த முனைக்கும் முன்னே ஒரு சிறு இடைவெளியிருக்கும். அந்த இடைவெளிக்குப் அப்பால் மெல்லிய உலோகத் தகடு ஒன்றிருக்கும்.



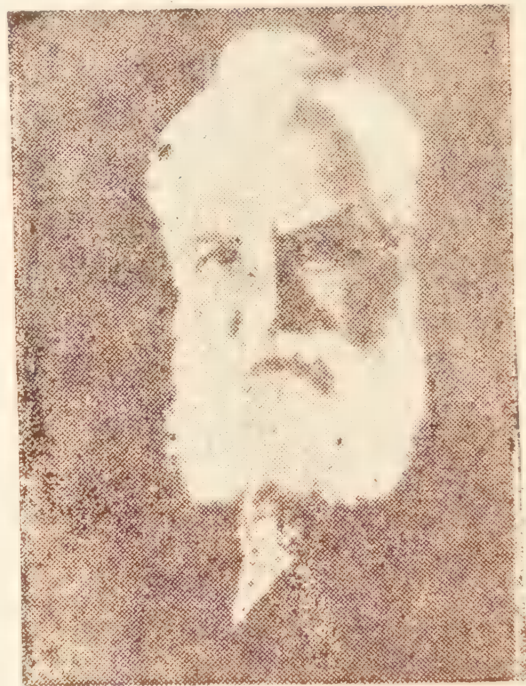
259. டெலிபோன்: கேட்குங் குழாய்

பேசுங் குழாயினின்று பிறந்து, அலையாகக் கம்பியின் வழியே ஓடி வரும் மின்சார ஓட்டமானது இக்கருவியின் பின்புறத்தை அடைந்து, காந்தத்தின் முன் முனையைச் சுற்றியுள்ள கம்பிச் சுருளை வந்து அடைந்து, அதில் ஓடும். அப்போது காந்தமானது மின்சார ஓட்டத்தினால் முன்னிலும் அதிகமான காந்தசக்தியைப் பெறும். பெற்றதும் அதன் முன்புறமாக உள்ள உலோகத் தகட்டைக் கவரும். கவரவே, அத்தகடு நெளிந்து அதிரும்



260. கேட்குங் குழாயின் அமைப்பு

மறுகணம் நிகழும் மின்சார ஓட்டமானது எதிர்ப்புற மாக நிகழ்வதால், அந்த ஓட்டம் காந்தத்தின் சக்தியைக் குறைக்கும். குறைக்கவே, அதன் முன்னுள்ள தகடு நிமிரும். இவ்வாறு மாறி மாறி வரும் மின்சார ஓட்டத்துக்கு ஏற்பத் தகடு வளைந்தும் நிமிர்ந்தும் அதிர்ந்துகொண்டேயிருக்கும். இந்த அதிர்ச்சியினால் ஒலி அலைகள் உண்டாகும். கேட்கும் குழாயின் அண்டையிலுள்ள காதில் அந்த அலைகள் வந்து மோதும். மோதவே, காதும் அந்த அலைகளை ஏற்றுச் சத்தத்தை கிரகிக்கும்.



261. பெல்

வாயினின்று பிறந்து, பேசுங் குழாய்த் தகட்டை அலைப்பது ஒலி. கேட்குங் குழாய்த் தகட்டினின்றுபிறந்து காதை அலைப்பதும்ஒலி. பாக்கியுள்ள வேலை முழுவதையும் நடத்துவது மின்சாரம்.

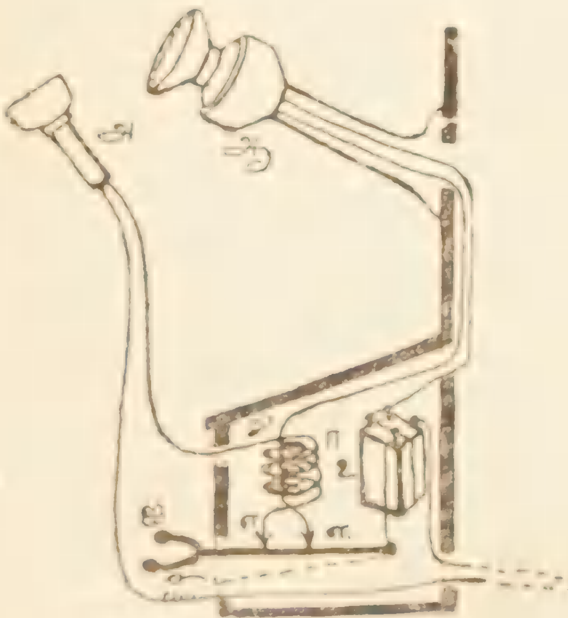
மின்சாரத்தினால் வேலை செய்யும் டெலிபோனை அமைத்தவர்கள் பெல் என்பவரும், ஹ்யூஸ் என்பவரும்.

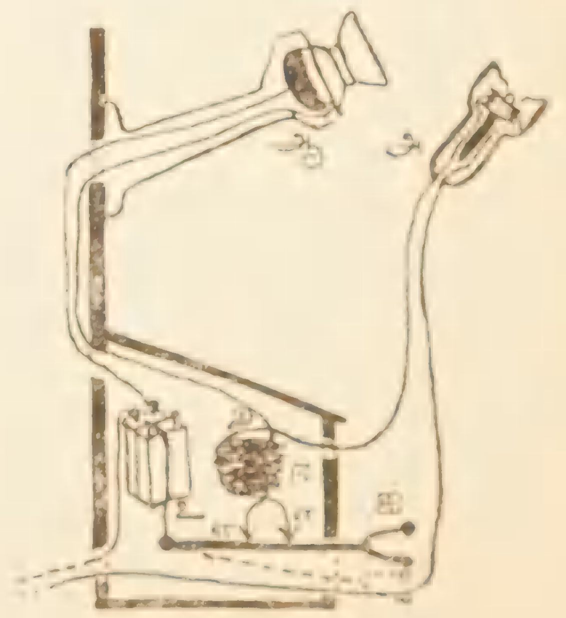
விஞ்ஞான உலகத்திலே புத்தமைப்பு ஏதாவது ஒன்றை இயற்றி, மக்களுக்குப் பயன்படச் செய்த கௌரவமும் புகழும் கடைசியில் இரண்டொருவரையே சேருவதாக இருக்கின்றன. இருந்தாலும், அவர்களுக்கு முன்னே அந்தத் துறைகளில் அரும்பாடுபட்டு உழைத்தவர்கள் பலர் இருப்பார்கள். அப்படி உழைத்த

வர்கள் தம்தம் ஆராய்ச்சிகளால் பற்பல விஷயங்களை அறிந்து, உலகத்துக்கு அவற்றை உதவி, விஞ்ஞானத் துறையிலே அறிவுப் படிகளை மேன்மேலும் உயர்த்திக் கொண்டே வருவார்கள். அவ்வாறேதான் இந்தக் கருவியின் அமைப்பிலும் நிகழ்ந்திருக்கிறது. ஒலியின் தத்துவங்களையும் இயல்புகளையும், மின்சாரத்துக்கும் அதற்கும் உள்ள தொடர்புகளையும் ஆராய முயன்றவர்கள் பலர். அவர்களுள் மிகவும் முக்கியமாகக் குறிப்பிடத்தக்கவர் ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் என்னும் ஜெர்மனி நாட்டு விஞ்ஞானி.



262. ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ்





263, 264 டெலிபோன் எற்பாடு

18. கம்பியில்லாத் தந்தி

சாதாரணத் தந்தியிலும் டெலிபோனிலும் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு அனுப்பப்படும் செய்திகளும் ஓரூரிலிருந்து மற்றோர் ஊருக்கு அனுப்பப்படும் செய்திகளும் கம்பியின் வழியாகவே அனுப்பப்படுகின்றன. கம்பியில்லாத் தந்தியிலே அனுப்பப்படும் செய்திகளோ வானத்தின் வழியாகச் செல்கின்றன. இந்த ஏற்பாட்டிலே அனுப்பும் கருவி ஒன்றும் ஏற்கும் கருவி ஒன்றுமாக இரண்டு கருவிகள் உண்டு.

அனுப்பும் கருவி

மிக உயர்ந்த தூண்களின் இடையே கம்பிகளைத் தொங்கவிட்டிருக்கும். அவற்றை வானில் விரித்த கம்பிகள் என்னலாம். அவற்றின் பக்கத்திலே, ஒரு கட்டடத்திலே மின் தூண்டு சுருளை உடைய கருவி ஒன்றிருக்கும். அதிலே சுடர் தெறிக்கச் செய்வார்கள். சாதாரணமாய் நமது கண்ணுக்கு ஒரு சுடராகத் தோன்றுவது வாஸ்தவத்தில் இருபது முப்பது சுடர்கள் கொண்டது.



265. ஆகாசத்திலே அலைகள் உண்டாகிப் பரவி மற்றொரு கம்பியை அடைதல்

அதாவது, சுடர் தெறிக்கும்போது இருபது முப்பதுமுறை மின்சார ஓட்டம் முன்னும் பின்னுமாக நிகழும். இப்படி நிகழ்வதால் வானவெளியில் தொங்கும் கம்பிகளுக்கும் பூமிக்குமாக மின்சாரம் பலமுறை அலையும். இவ்வாறு

அலைவுறும் மின்சார நிலையானது எங்கும் நிறைந்துள்ள ஆகாசம் அல்லது ஈதேர் என்னும் பொருளிலே அலைகளை உண்டாக்கும். அந்த ஆகாச அலைகள் எல்லாத் திக்குக் களிலும் வட்டமிட்டுப் பரந்து செல்லும். சென்று, கேட்கும் ஊரையும் வந்து அடையும்.



266. க்ளார்க்-மாக்ஸ்வெல்

இவ்வகையான மின்சார காந்த அலைகள் உண்டென் பதை இங்கிலாந்து நாட்டின ரான க்ளார்க்-மாக்ஸ்வெல் என்பவர் குறிப்பிட்டிருந்தார். அவற்றை ஆராய வேண்டும் என்று ஹெல்ம்ஹோல்ட்ஸ் என்னும் நிபுணர் தூண்ட, 1888-ம் வருஷத்திலே ஜெர்மனி நாட்டினரான ஹெர்ட்ஸ் என் பவர் அவற்றைக் கண்டு பிடித் தார். நமது நாட்டினரான ஸர் ஜகதீஸ் சந்திர போஸும் அவற்றை ஆராய்ந்துள்ளார். அவற்றை இறுதியாகப் பயன் படுத்தியவர் இட்டலிநாட்டின ரான மார்க்கோனி என்பவர்.



267. ஹெர்ட்ஸ்

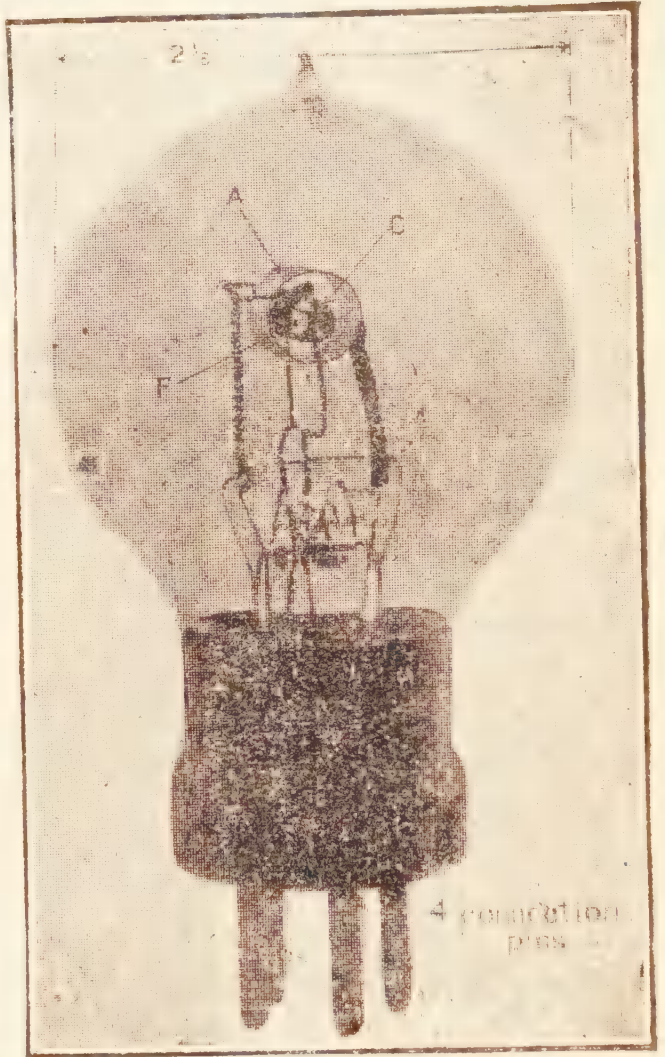
கேட்குங் கருவி

கேட்கும் ஊரிலும் உயர்ந்த தூண்களுக்கிடையே கம்பிகள் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும். ஓர் ஊரிலிருந்து வானில் பரவி

விரியும் அலைகள் பரவப் பரவ, அவற்றின் பலம் குறையும். ஆதலால் ஓர் ஊரிலிருந்து பலமாகக் கிளம்பிய அலைகள் வெகுதூரத்திற்கு அப்பாலுள்ள மற்றோர் ஊரை அடையும் பொழுது, அவை பலவீனமாகிவிடும். ஆதலால் அவை வானில் விரித்த கம்பிகளை மிகவும் மெல்லத்தான் அதிரச் செய்யமுடியும்.

இந்த அதிர்ச்சியை உணர்ந்து, பெருக்கிக் காட்டுவதற்கு உரிய கருவிகளை ஏற்கும் ஊரிலே வைத்திருக்கும்.

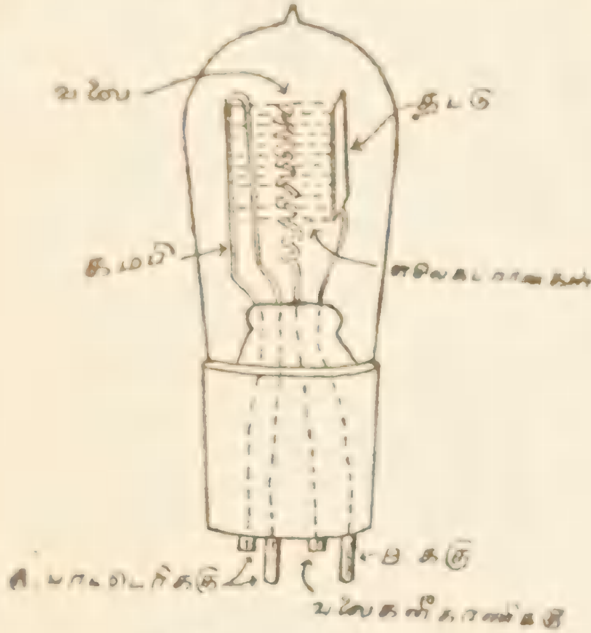
இதன் தத்துவம் என்ன என்றால்: மின்சாரம்ஓடும்கம்பியைச்சுற்றிக் காந்தப் புலனும் காந்த சக்தி ரேகைகளும் இருக்கின்றன. மின்சார ஓட்டம் மிகும் தறுவாயிலும், அது குறையும் தறுவாயிலும் இந்தக் காந்தசக்தி ரேகைகள், கம்பிப் புறத்தினின்று அலை அலையாக வெளியேறும். அவற்றின் வேகம் ஸெகண்டுக்கு 186,000 மைல். அந்த அலைகள் தமக்குக் குறுக்காக அமைந்துள்ள கடத்திகளிலே மின்சாரத்தைத் தூண்டும். ஆதலால், ஓர் ஊரில் உண்டாக்கப்படும் மின்சார ஓட்டத்திற்கு ஏற்றபடி மற்றோர் ஊரில் மின்சார ஓட்டம் உண்டாகும்.



268. வால்வு

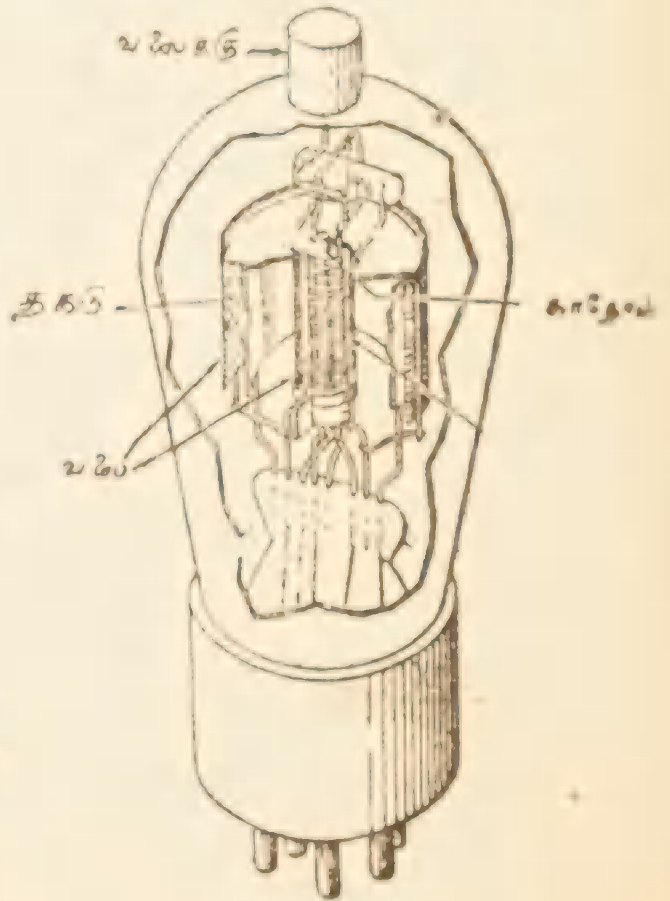
வானொலி

கம்பியில்லாத் தந்தியையும் டெலிபோனையும் ஒன்றாகச் சேர்த்த அமைப்பு இது என்று சொல்லலாம். டெலிபோனில் பேசும்போது என்ன நிகழ்கிறதோ அதைப் போல் இதிலும் நிகழ்கிறது. ஓர் ஊரில் பேசும் பேச்சு ஒலி அலைகளை உண்டாக்குகிறது. அவை மின்சார அலைகளாகவும் ஆகாச அலைகளாகவும் மாற்றப்பட்டு, வான வெளியைக் கடந்து, மறு ஊரை அடைகின்றன. அங்கே அவை மீண்டும் படிப்படியாக உருமாறிப் பேச்சாகக் கேட்கின்றன.



269. வால்வு

இதற்கு முக்கியமான சாதனமாயுள்ள கருவி வால்வு எனப்படுவது. வெளித் தோற்றத்திற்கு இது மின்சார விளக்கைப்போல் இருக்கும். அதை முதன் முதலில் இயற்றியவர் ப்ளெமிங் என்பவர். இவர் ஆங்கிலேயர். இவருக்குமுன் ஸர் ஆலிவர்



270. வால்வு

லாட்ஜ் முதலிய அறிவாளிகள் ரேடியோ விஷயத்தை ஆராய்ந்திருந்தார்கள். அமெரிக்கா நாட்டினரான லீ-டி-பாரெஸ்ட்டு என்பவர் வால்வைச் சீர்திருத்தி அமைத்தார்.

கம்பியில்லாத் தந்தியின் விந்தை

கம்பியில்லாத் தந்தியின் மூலமாகக் கிடைக்கும் செய்தியும் வானொலியின் மூலமாக நமக்குக் கேட்கும் ஒலியும் எவ்வளவு துரிதமாகச் செல்லுகின்றன என்று நினைத்துப் பார்த்தால் மிகவும் ஆச்சரியமாய் இருக்கும். ராவணனுடைய மகனை இந்திரஜித்து மிகவும் உரத்த குரலை உடையவன். அவனுக்கு மேகநாதன் என்றும் ஒரு பெயருண்டு. இந்திரஜித்து சென்னையில் விக்டோரியா பப்ளிக் ஹாலில் மேடையிலிருந்து மிகவும் உரக்கப் பேசினால், திருச்சினாப்பள்ளியை அவன் குரல் வந்தடைந்து கேட்கக் கால் மணி நேரம் பிடிக்கும். திருநெல்வேலியை வந்தடைந்து கேட்க அரை மணி நேரம் பிடிக்கும். ஆனால் கம்பியில்லாத் தந்தி மூலமாக அவனுடைய குரலைக் கேட்கச் செய்தால், பேசின கணத்திலேயே திருச்சினாப்பள்ளியிலும், திருநெல்வேலியிலும் அவன் குரல் கேட்டுவிடும். அந்த ஹாலின் மேற்கு ஓரத்திலுள்ள மேடையின் மேலிருந்து பேசும் ஒருவனுடைய



271. ப்ளெமிங்

குரல் ஹாலின் கிழக்கு ஓரத்தில் உள்ளவனுடைய காதில் கேட்பதற்கு முன்னேயே கம்பியில்லாத் தந்தி மூலமாகத் திருச்சிராப்பள்ளியிலும், திருநெல்வேலியிலும் கேட்டு விடும்! அந்த ஹாலில் கிழக்கு ஓரத்திலுள்ள ஒருவன் தன்னுடைய இடது காதால் மேடை மீது நடக்கும் பிரசங்கத்தைக் கேட்டுக்கொண்டும், வலது காதால் வானொலியின் மூலமாகக் கிடைக்கும் செய்தியைக் கேட்டுக் கொண்டும் இருக்கிறான் என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். மேடையின் மீது பேசுபவனுடைய குரல் அவன் இடது



272. லீ டி-பாரெஸ்ட்டு

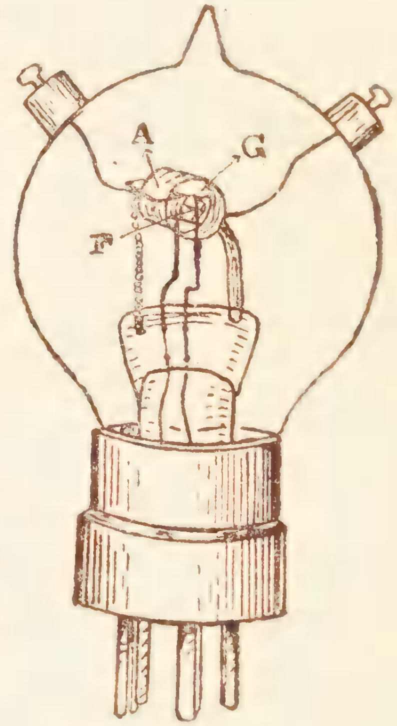
காதை வந்து அடையும் முன்னே, அதே சமயத்தில் லண்டனில் பேசும் ஒருவனுடைய குரல் அவன் வலது காதை வந்து அடைந்துவிடும்! ஏன் தெரியுமா? காற்றில் ஸெகண்டுக்கு 1,100 அடிவீதம் மெல்ல மெல்ல இயங்கிச் செல்லும் ஓசையானது மெதுவாகவே அவனுடைய இடது காதை வந்து அடைகிறது. ஆனால் லண்டனிலிருந்து புறப்பட்ட ஓசையானது ஸெகண்டுக்கு



273. மார்க்கோனி

லக்ஷம் மைலுக்குமேல் செல்லவல்ல மிகவும் கடிய வேக முள்ள மின்சார அலைகளின் மீதேறி, வெகு துரிதமாக எல்லாத் திசைகளிலும் பரந்து, அவனுடைய வலது காதை வந்து அடைகிறது.

ஆனால் இப்படி ஏற்படுவதற்கு முன்னே எத்தனை செயல்கள் நிகழவேண்டி யிருக்கின்றன! சீமையில் பேசு பவனுடைய குரலை முதலில் **மைக்ரோபோன்** என்னும் கரு வியில் படச்செய்யவேண்டும். அதிலே உள்ள மெல்லிய தகட்டை அது அசைத்து, அதனுள்ளே இலேசான மின்சார ஓட்டத்தை உண்டாக்க வேண்டும். அதன் பிறகு, அந்த இலே சான மின்சார ஓட்டத்தை அளவில் பெருக்கி மிகவும் பெரிதாக்க வேண் டும். பனைமர உயரமுள்ள கம்பத்தின் உச்சியில் கட்டியிருக்கும் ஏரியல் என்னும் கம்பியில் ஏற்றி, அங்கிருந்து எல்லாத் திக்குக்களுக்கும் அலைகளா கப் பரவிச் செல்லச் செய்ய வேண்டும்.



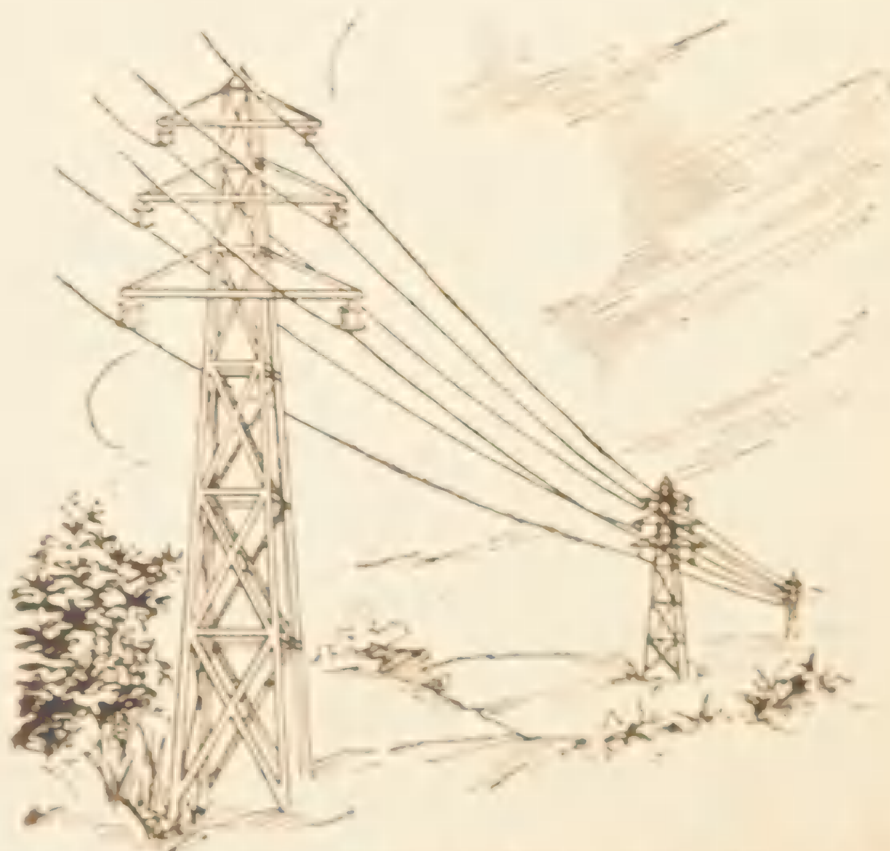
274. வால்வு

பிறகு சென்னையிலுள்ள சிறு கம்பத்தின் மேலுள்ள ஏரியலை அந்த அலைகள் வந்து அசைக்கவேண்டும். பிறகு அங்கிருந்து ஒருகம்பியின் வழியாக அதை இறங்கச்செய்ய வேண்டும். அப்படி இறங்கும் பகுதி மிகச் சிறிதாகத்தான் இருக்கும். அதையும் உணர்ந்து, திருத்திப் பெருக்கவேண் டும். அதன்பொருட்டு அநேகம் வால்வுகளின் வழியாக அது மறுபடியும் புகுந்து செல்லவேண்டும். பிறகு நம்முடைய ரேடியோவின் ஒலிப்பெருக்கியிலே வந்து சேர்ந்து, மீண்டும்

ஓசையாக மாறி, நமது காதை வந்து அடையவேண்டும். இத்தனை அருமையான காரியங்களும் நாம் கண்மூடித் திறப்பதற்குள்ளே நிகழ்ந்துவிடுகின்றன! மேடையில் பேசப்படும் செய்தியை இடது காது நமக்குச் சொல்லும்போது, நாம் 'அப்போதே தெரியுமே; வலது காது முன்னாலேயே சொல்லி விட்டதே' என்போம்!



275. ஸர் ஆலிவர் லாட்ஜ்



276. மின்சாரத்தை ஓர் ஊரிலிருந்து மற்றோர் ஊருக்கு எடுத்துச் செல்லும் கம்பிகளும் அவற்றைத் தாங்கும் கம்பங்களும்

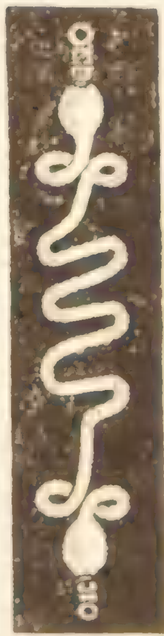
19. காற்றுக் குறைத்த குழாய்கள் முதலியன

காற்றே இல்லாத வெறும் இடைவெளியின் வழியே மின்சார ஓட்டம் செல்லாது என்று சிலர் சொல்லுகிறார்கள். ஏதாவது துளியேனும் காற்றுவது இருந்தால்தான், அதை எப்படியாவது பற்றிக்கொண்டு, மின்சாரம் பாய முடியும். வாக்குவம் குழாய்கள் அல்லது வெற்றிடக் குழாய்கள் எனப்படும் குழாய்களிலும் மிகச் சிறு அளவிலேனும் காற்று இருக்கத்தான் செய்கிறது. அதனால் அவற்றின் ஊடாக மின்சாரம் ஓடும். அப்படி ஓடும்போது விசித்திர விசித்திரமான நிறங்கள் அக்குழாய்களின் உள்ளே தோன்றும்; பார்ப்பதற்கு அக்காட்சி மிகவும் அழகாயிருக்கும். ஆனால் அவற்றின் உள்ளே சுடர் தெறிக்காது; ஒலி உண்டாகாது. குழாயின் உட்புறத்திலே யுள்ள காற்றுக்குறைவுக்கு ஏற்றபடி இந்நிறங்கள் வித்தியாசப்படும். சாதாரணக் காற்றுக்குப் பதிலாக, மிகச் சிறிய அளவிலே, நீயான் வாயுவைக் குழாயின் உள்ளே அடைத்திருந்தால், அதன் ஊடாக மின்சாரம் பாயும்போது, சிவப்பு அல்லது ஆரஞ்சு நிறமுள்ளதாய், அருணோதயத்தைப் போன்றிருக்கும் ஒளி தோன்றும். குழாயிலே சிறு அளவில் நைட்ரஜன் வாயுவை வைத்திருந்தால், நல்ல ஊதா நிறம் தோன்றும். ஆர்கான் வாயுவை வைத்திருந்தால், சாமானிய ஊதா நிறம் தோன்றும். கிரிப்ட்டான் வாயுவை அடைத்திருந்தால், இலேசு ஊதா நிறம் தோன்றும். க்ஸீனன் வாயுவைப் புகுத்தியிருந்தால், நல்ல நீல நிறம் தோன்றும். பாதரஸத்தை வைத்திருந்தால், பச்சை ஒளி தோன்றும். ஹீலியம்

வாயுவை அடைத்திருந்தால், மஞ்சள் கலந்த ரோஜா நிறம் தோன்றும். கார்பன் டை ஆக்ஸைடு என்று சொல்லப்படும் கரியமில வாயுவை அடைத்திருந்தால், வெள்ளை வெளேரென்ற ஒளி தோன்றும். இவற்றைத் தவிர வேறு








277, 278, 279, 280, 281, 282 காற்றுக் குறைத்த குழாய்கள்

பற்பல இரசாயனப் பொருள்களுள் ஏதாவதொன்றை மிகச் சிறு அளவிலே அக் குழாய்களினுள்ளே வைத்து, அக் குழாய்களைப் பற்பல நிறமாக ஒளிரச் செய்ய முடியும்.

ஊதாவுக்குப் புறம்பேயுள்ள கிரணங்கள்

சோதிமயமாய் விளங்கும் சூரியனுடைய வெண்மையான ஒளியானது பல நிறங்களின் கலப்பு. சிவப்பும், ஆரஞ்சும், மஞ்சளும், பச்சையும், நீலமும், கருநீலமும், ஊதாவும் சேர்ந்து ஒருமித்து வெண்மையாகத் தோன்றுகின்றன. இந்நிறக் கதிர்களைத் தவிர வேறு கதிர்களும் சூரியனிடமிருந்து வான வெளியிலே பரவிக்கொண்டேயிருக்கின்றன. சிவப்புக்குப் புறம்பான கிரணங்கள் சில; அவைதாம் வெப்பத்தை உண்டாக்கும் கிரணங்கள். வேறு சில ஊதாவுக்குப் புறம்பானவை. நிறமற்ற இக்கிரணங்கள் மிகவும் சக்தி வாய்ந்தவை. திறமை நிறத்தைப் பொறுத்ததன்று அல்லவா?

சாதாரண மின்சார விளக்குக்களிலிருந்து உண்டாகும் வெளிச்சத்திலும் இக்கதிர்கள் யாவும் இருக்கின்றன. சூரிய கிரணங்களில் கிட்டத்தட்டப் பாதி ஒளிக்கதிர்கள்; மற்றவை நிறமற்ற கதிர்கள். ஆனால் மின்சார விளக்கிலிருந்து வீசும் கிரணங்களுள் நூற்றுக்கு மூன்று அல்லது நாலு பங்குதான் ஒளிக்கதிர்கள். எஞ்சியவற்றுள் பெரும்பான்மையன சிவப்புக்குப் புறம்பேயுள்ள வெப்பக் கதிர்கள். சிறு பகுதி மட்டிலும் ஊதாவுக்குப் புறம்பான கதிர்கள். இச் சிறு பகுதியில் பெரும்பாகத்தை விளக்குக்களைச் சுற்றி இட்டிருக்கும் கண்ணாடிகள் வெளியேறாமல் தடுத்துவிடுகின்றன. சாதாக் கண்ணாடியின் வழியாக இக்கிரணங்களால் ஊடுருவிச் செல்ல இயலாது.

ஆனால் இந்தக் கதிர்கள் தேக ஆரோக்கியத்துக்கு இன்றியமையாதன; பற்பல நோய்களைப் போக்கவல்லன

என்று அறிந்த விஞ்ஞானிகள் இவற்றைச் செயற்கை முறையில் இயற்றி, பரவச்செய்யும் வழிகளையும் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். பாதரஸஆவி விளக்கு அவ்வழிகளுள் ஒன்று. அதன் அமைப்பைப்பற்றி முன்னாலே சொல்லப்பட்டிருக்கிறது. அப்பேர்ப்பட்ட விளக்கைச் சுற்றி இடப்படும் கண்ணாடி சாதாக் கண்ணாடி அன்று. ஊதாவுக்குப் புறம்பே உள்ள கிரணங்களைத் தடைசெய்யாது, அவற்றை ஊடுருவ விடக்கூடிய ஒரு வகைக் கண்ணாடியைத்தான் இப்பேர்ப்பட்ட விளக்கில் உபயோகிக்கிறார்கள்.

இதன் வெளிச்சம் மேலே பட்டால், பட்ட இடத்திலே, வெயில் உறைத்த மாதிரி, கதகத என்று இருக்கும். தோல் கறுத்துப்போகும். கண்ணில் பட்டால் கண் கெட்டுவிடும். ஆகையால் கண்ணுக்கு ஏதாவது மங்கல் நிறக்கண்ணாடியை அணிந்துகொள்வது அவசியம். இதன் வெளிச்சத்திலே படம் பிடிக்கலாம் என்பதும் முன்பே சொல்லப்பட்டிருக்கிறது.

பாதரஸ ஆவி விளக்கு

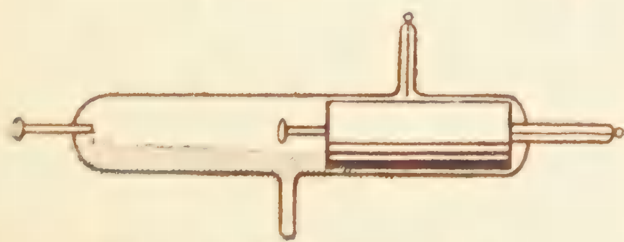
இதை முதலில் அமைத்தவர் கூப்பர் ஹியூவிட். இது 0·6 வாட்டுக்கு 1 மெழுகுவர்த்தி வெளிச்சம் (மெ. வெ.) வீதம் வெளிச்சம் கொடுப்பது. அதாவது வாட்டுக்கு 1·66 மெ. வெ. வீதம் வெளிச்சம் கொடுக்கும்.

காற்று உள்ளே இல்லாமல் நீக்கப்பட்ட ஒரு விளக்கின் உள்ளே, இரண்டு குழிகளில் பாதரஸம் வைக்கப்பட்டிருக்கும். அக்குழிகளிலே மின்சாரக் கம்பிகளின் இரண்டு முனைகள் பட்டுக்கொண்டிருக்கும். விளக்கை ஏற்றுவதற்கு விளக்கைச் சற்றே சாய்க்கவேண்டும். சாய்த்தால், குழிகளி

ளுள்ள பாதரஸம் ஓடிப் பாய்ந்து, ஒரு கணநேரம் இரண்டு குழிகளையும் ஒன்ருகப் பிணைக்கும். ஒன்ருக்கியதும், அப் பாதரஸத்தின் வழியாக மின்சார ஓட்டம் உண்டாகும். அப்போது உண்டாகும் வெப்பத்தினுல் சிறிது பாதரஸம் ஆவியாக மாறும். பிறகு பாதரஸஆவியின் வழியாக ஓட்டம் தொடர்ந்து நிகழ்ந்துகொண்டேயிருக்கும். வெளிச்சம் நல்ல பச்சையாக இருக்கும். இந்த வெளிச்சத்திலே படம் பிடிக்க முடியும். அநேக நகரங்களில் நாற்சந்திகளில் இத் தகைய விளக்குக்களை வைத்திருக்கிருர்கள். ஆனுல் இந்த வெளிச்சத்திலே முகம் அழகாகத் தோன்ருது. சிவந்த உதடு கன்னங்களெல்லாம் கருமையாகத் தோன்றும். மேலைநாடுகளில் இவ் வகை விளக்குக்களை முதன் முதலில் பொது இடங்களில் வைத்தபோது அந்நாட்டுப் பெண்கள் தங்களுடைய அழகை இவை கெடுத்துவிடுகின்றன என்று ஆக்ஷேபித்தார் களாம். ஆதலால் இந்த விளக்கை எல்லா இடங்களிலும் உபயோகிக்க முடியாது.

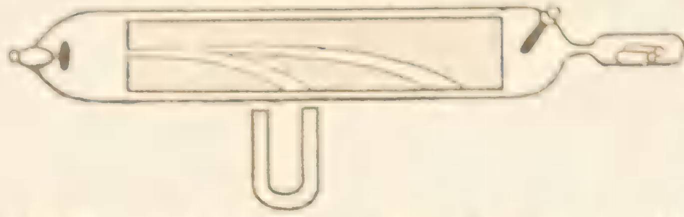
எதிர் மின்முனைக் கிரணங்கள்

நேர் மின் முனையினின்று எதிர் மின்முனைப்புறமாக மின்சாரம் ஓடுகிறது என்று நாம் பாவித்து வருகிருேம். காற்று அகற்றிய குழாயின் வழியே மின்சார ஓட்டத்தை நிகழச் செய்தால் அக்குழாயின் எதிர் மின்முனையினின்று சில கிரணங்கள் தோன்றத் தொடங்குகின்றன என்பதும், இவை குழாய் முழுவதையும் கடந்து நேர்மின் முனையை அடைகின்றன என்பதும் தெரியவந்தன. இவ்



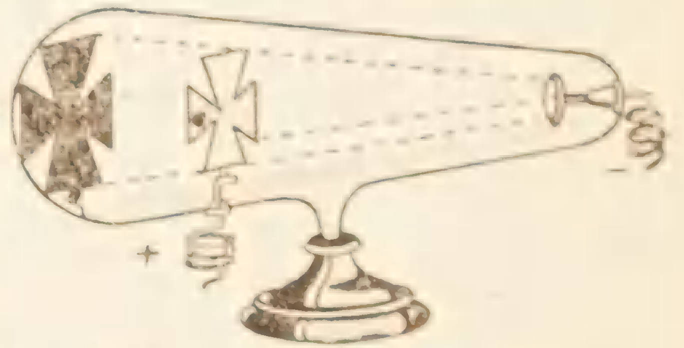
283. எதிர் மின்முனைக் கிரணக் குழாய்

வகைக் கிரணங்கள் காதோட் ரேஸ் எனப்படும் எதிர் மின்முனைக் கிரணங்கள். இவற்றை ஆராய்ந்தவர்களுள் வில்லியம் க்ரூக்ஸ் என்பவர் ஒருவர்.

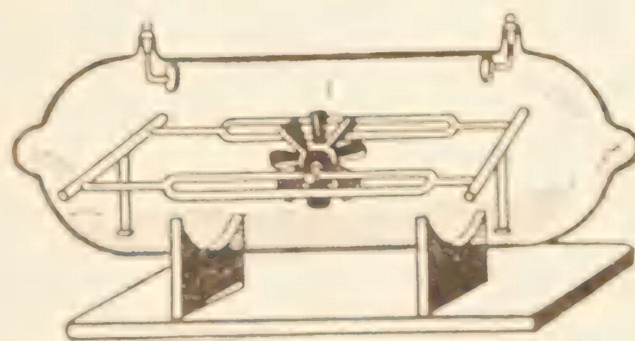


284. எதிர் மின்முனைக் கிரணங்கள் காந்தத்தால் கவரப்படுதல்

இக் கிரணங்களுக்கு எத்தனையோ குணங்கள் உண்டு என்று கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். எதிர் மின்முனைக் கிரணங்கள் காந்தத்தாலும் மின்சாரத்தாலும் கவரப் படுகின்றன. அவற்றால் விலக்கவும் படுகின்றன. சாதாரணமாய் இவை பொருள்களின் மீது படுமானால், மறுபுறத்திலே நிழல்தட்டும். ஆதலால் இவை பொருள்களை ஊடுருவிப் பாயும் திறமையற்றவை. ஸெகண்டுக்கு 20,000 மைல்முதல் 100,000 மைல் வேகம் வரையிலும் ஓடக்கூடியவை. சரம் சரமாக ஓடும் எதிர் மின்னணுக்கள் தாம் இவை என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள்.



285. கிரணங்களால் நிழல் தட்டுதல்



286. கிரணங்களால் சக்கரம் சுழலுதல்

எக்ஸ்-ரே என்னும் கிரணங்கள்

எதிர் மின்முனைக் கிரணங்கள் ஏதாவது ஓர் உலோகத்தின் மேலேனும், அல்லது அதைப் போன்ற பொருள்

வேறு எதாவது ஒன்றின் மேலேனும் பாயுமானால், அப்போது அவற்றால் மற்றொரு வகைக் கிரணங்கள் உண்டாகின்றன. இவற்றை 1895-ஆம் வருஷத்தில் ராண்ட்ஜென் என்பவர் கண்டுபிடித்தார்.

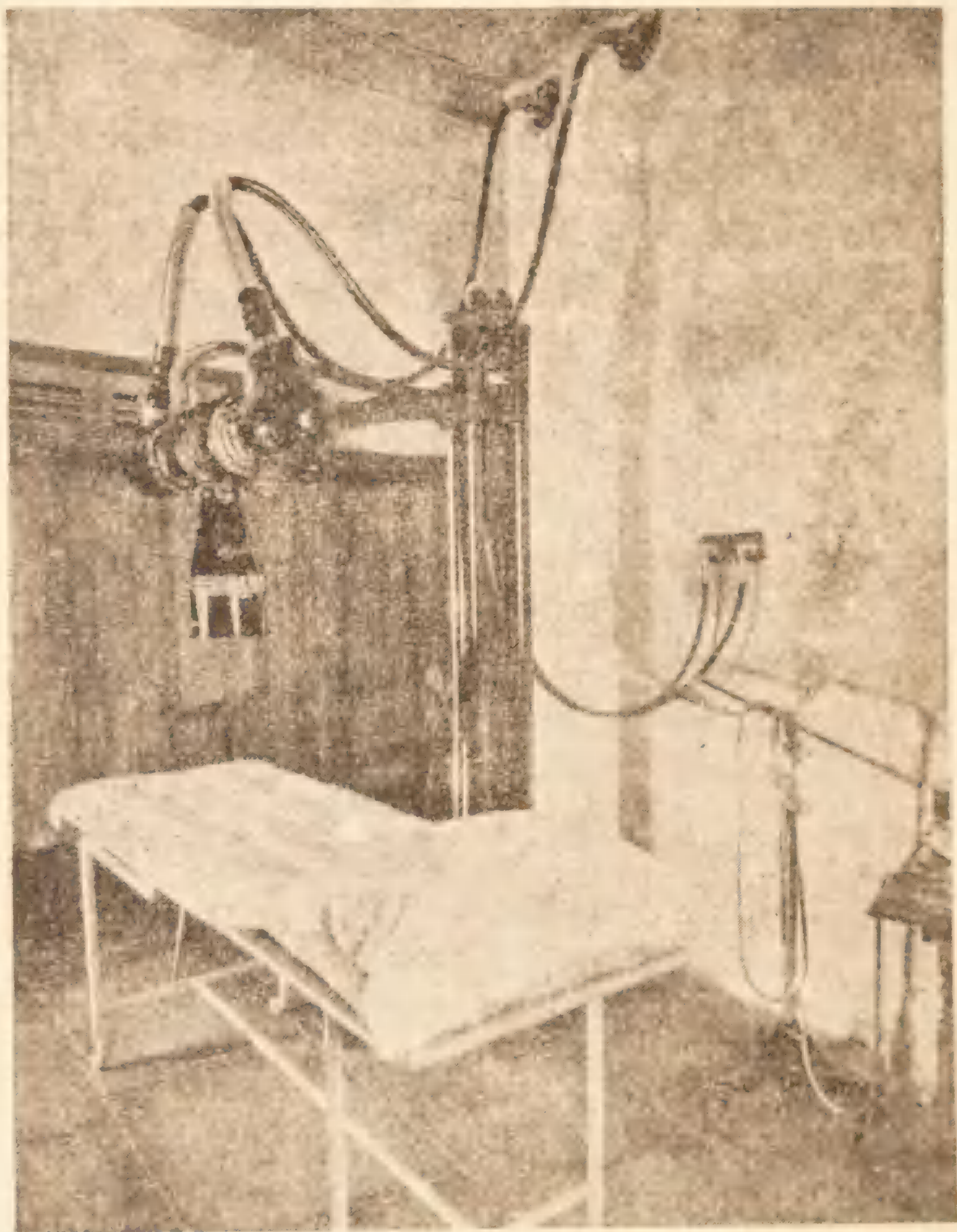
இக்கிரணங்கள் காந்தத்தாலும் மின்சாரத்தாலும் கவரப்படுவதில்லை, நீக்கவும் படுவதில்லை. பெரும்பான்மையான பொருள்களை ஊடுருவிப் பாயும் அற்புதத் திறமை வாய்ந்தன இவை. இவற்றைக் கண்டுபிடித்த காலத்தில் இவற்றைப் பற்றி அதிகமாக ஒன்றும் தெரியாமல் இருந்தபடியால், தெரியாப் பொருள் என்பதைக் குறிக்கும் எக்ஸ் என்ற அடையாளத்தை இந்தக் கிரணங்களுக்கு இட்டு வழங்கினார்கள். அந்தப் பெயர் நிலைத்துவிட்டது.



287. ஸர் வில்லியம் க்ரூக்ஸ்

இவற்றை இப்பொழுது எத்தனையோ வகைகளில் பயன்படுத்துகிறார்கள். உடலிலே நோயுற்ற உறுப்புக்களின் நிழற் படங்களை எடுக்கிறார்கள். இப்படங்களால் உடலின் உட்புறத்தேயுள்ள உறுப்புக்களின் நிலைமையை எளிதில் அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. உயிருள்ள உடலின் உட்புறத்திலே நெஞ்சு துடிப்பதையும், உட்கொண்ட உணவு உள்ளுறுப்புக்களின் வழியாகச் சென்று ஜீரணமாவதையும், க்ஷயம் முதலிய நோய்களினால் பழுதடைந்த நுரையீரல் முதலியவற்றின் நிலைமையையும், நோய் வித்துக்கள் மிக்க

16



288. எக்ஸ்-ரே கருவியால் சிகிச்சை செய்யும் இடம்.

இடம் இது என்பதையும், பற்களின் வேர்கள் அரிப்புண்டிருக்கின்றனவா என்பதையும், இன்னும் இவை போன்றவை பிறவற்றையும் இந்தக் கிரணங்களின் உதவியால் அறிய முடிகிறது.. எலும்பு முறிந்த இடத்தைச் சோதித்துப் பார்த்துச் செவ்வையாய்ப் பொருத்திக் கட்டமுடிகிறது. குழந்தைகள் தவறி விழுங்கிய விளையாட்டுச் சாமான்கள் முதலியன உடலின் உள்ளே எங்கே தங்கி இருக்கின்றன என்பதைக் காணமுடிகிறது. வீரர்களின் உடலிலே பாய்ந்த குண்டுகள் எங்கே பதிந்திருக்கின்றன என்பதையும், பெண்களின் விரலிலே தைத்த ஊசி எவ்வளவு ஆழத்தில் பாய்ந்து, எப்படிக் கிடக்கிறது என்பதையும், இக் கிரணங்களைக் கொண்டு நன்றாகத் தெரிந்துகொள்ள முடிகிறது. சிற்சில நோய்களுக்கு இக்கிரணங்களைக்கொண்டு சிகிச்சையும் செய்து வருகிறார்கள்.

தொழிற்சாலையிலும், கல்விச் சாலையிலும், பயிர்ச் சாலையிலும் இவை துணை செய்கின்றன. பழுதான வார்ப்புப் பொருளையும், பீரங்கி முதலியவற்றையும் உட்கரிந்ததையும் இவற்றின் உதவியால் ஆய்ந்து, உதவா என்று எறிந்துவிடுகிறார்கள். இரத்தினக்கல் நிஜமாகவே இரத்தினந்தானா, அல்லது பொய்க்கல்லா என்பதையும் இவற்றால் தெரிந்துகொள்ள முடியும். சுங்கம் கொடுக்காமல் ஏமாற்றும்பொருட்டுச் சிறு சாமான்களைப் பெட்டிகள், உடைகள் முதலியவற்றின் இடுக்குகளில் எங்கேயாவது ஒளித்துவைத்திருக்கிறார்களா என்பதையும் கண்டுபிடிக்க இவை உதவுகின்றன.

ரேடியம்

விஞ்ஞான விஷயத்திலேயும் ஒன்றை நினைத்து ஆராய்ச்சிகளை நிகழ்த்தும் போது, அது ஒழிந்திட்டு மற்றொன்று வந்து எய்துவதுண்டு. தற்செயலாகச் சிற்சில கண்டு பிடிக்கப்படுவதும் உண்டு. அவ்வாறு பெக்கெரெல் என்பவர் தற்செயலாகக் கண்டு பிடித்த சிற்சில நிகழ்ச்சிகளை ஆதாரமாக வைத்துக் கொண்டு பற்பலர் நடத்திய சோதனைகளின் நிமித்தமாகவே ரேடியம் என்னும் விந்தைப் பொருளை க்யூரி என்னும் ஆசிரியரும் அவர் மனைவி மதாம் க்யூரியுமாகக் கண்டு பிடிக்க நேர்ந்தது.



289. பெக்கெரெல்



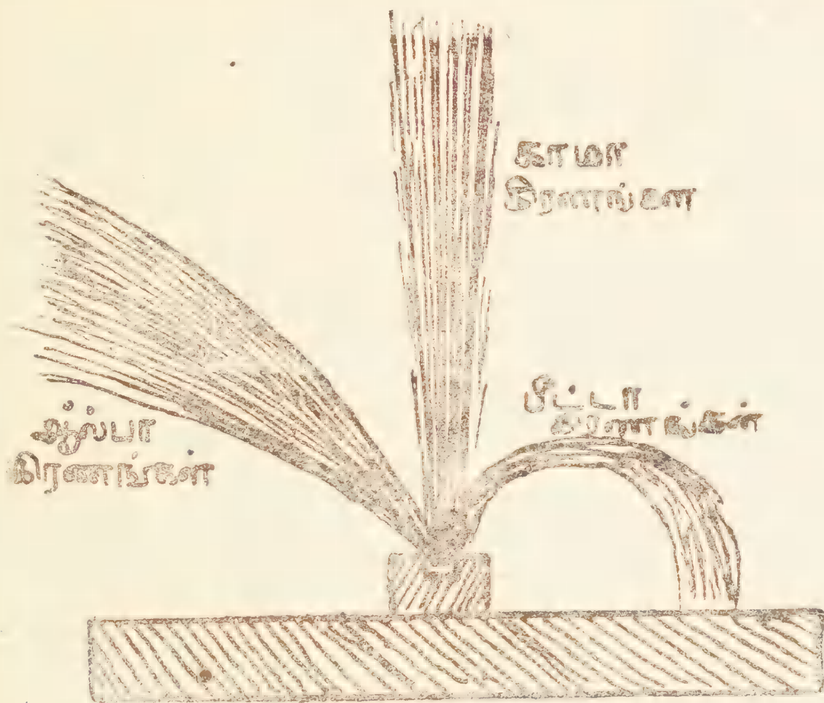
290. க்யூரி

ரேடியம் என்னும் தனிப் பொருள், மூன்று வகையான கிரணங்களை எப்பொழுதும் வீசிக்கொண்டே யிருக்கிறது. அவற்றை ஆல்பா கிரணங்கள் என்றும், பீட்டா கிரணங்



291. ருதெர்போர்டு

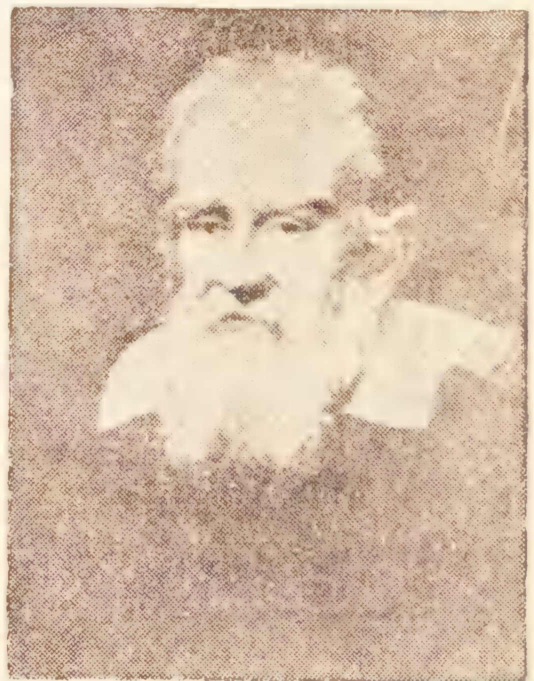
கள் என்றும், காமா கிரணங்கள் என்றும் சொல்லுகிறார்கள். இவற்றுள் ஆல்பா கிரணங்கள் நேர் மின்சார ஏற்றம் பெற்ற நுண்ணிய துணுக்குகள் தாம் என்றும், பீட்டா கிரணங்கள் எதிர் மின் முனைக் கிரணங்கள் ஆகிய எதிர் மின்னணுக்கள் என்றும், காமா கிரணங்கள் எக்ஸ்-ரே கிரணங்களைப் போன்றவை என்றும் ருதெர்போர்டு முதலிய அறிஞர்கள் அறிந்து சொல்லுகிறார்கள்.



292. மூன்று வகைக் கிரணங்கள்

பகிரண்டக் கிரணங்கள்

சூரிய மண்டலத்தின் சிறுமையை ஒழித்து அதன் மகிமையை வெளிப்படுத்தியவர் கலிலியோ என்னும் இட்டலி நாட்டு விஞ்ஞானி. நாள் செல்லச் செல்ல அதன் மகிமையும், அதைக் காட்டிலும் மிக மிகப் பெரிதாகப் பரந்து கிடக்கும் பிரபஞ்சத்தின் மகிமையும் தற்காலத்திலே ஜீன்ஸ்,



293. கலிலியோ

ஐன்ஸ்டைன் முதலிய விஞ்ஞானிகளின் ஆராய்ச்சிகளால் பெருகிக்கொண்டே வருகின்றன.

பூமிக்கும், சூரிய மண்டலத்துக்குமே வெளியிலிருந்து சில கிரணங்கள் இடைவிடாது பொழிந்து கொண்டேயிருக்கின்றன. இவற்றின் தன்மைகள் ஒன்றும் விளங்கவில்லை. இவற்றைக் காஸ்மிக் கிரணங்கள் என்று சொல்லுகிறார்கள். இவற்றை நாம் பகிரண்டக் கிரணங்கள் என்று சொல்லலாம்.



294. ஜீன்ஸ்

இக்கிரணங்கள் எக்ஸ்-ரே எனப்படும் கிரணங்களைக் காட்டிலும் அதிகத் திறமை வாய்ந்தன: பதிமூ அடி கனமுள்ள ஈயச் சுவரையும் ஊடுருவி அப்புறம் பாய வல்லன. இவற்றால் தான் பிறப்பும் சாவும் உண்டாகின்றன என்று சிலர் நம்புகிறார்கள். வாழ்வுக்கே இவை காரணமாக இருக்கலாம் என்று சிலர் சொல்லுகிறார்கள். நேர் மின்னணுக்களும் எதிர் மின்னணுக்களும் ஒன்றாக இணைந்து, பொருளின் அணுக்களைத் தோன்றச் செய்யும் போது இவை உண்டாகின்றன என்று சிலர் அபிப்பிராயப்படுகிறார்கள்.



295. ஐன்ஸ்டைன்

20. பேசும் படம்

சாதாரணமாகச் சினிமாப் படத்தைத் தோன்றச் செய்யும் கருவியிலே படச்சுருள் ஒன்று உருண்டு ஓடிக் கொண்டிருக்கும். அதில் ஒரு புறத்திலே பிரகாசமான வெளிச்சத்தைத் தரும் விளக்கு இருக்கும். அந்த விளக்கின் வெளிச்சம் உருளும் சுருளிலுள்ள படங்களின் மேல் படும் போது, அப்படங்களின் நிழல் பெரிதாகத் திரையில் விழும். அப்போது நாம் ஊமைச் சினிமாப் படங்களைக் காண்போம்.

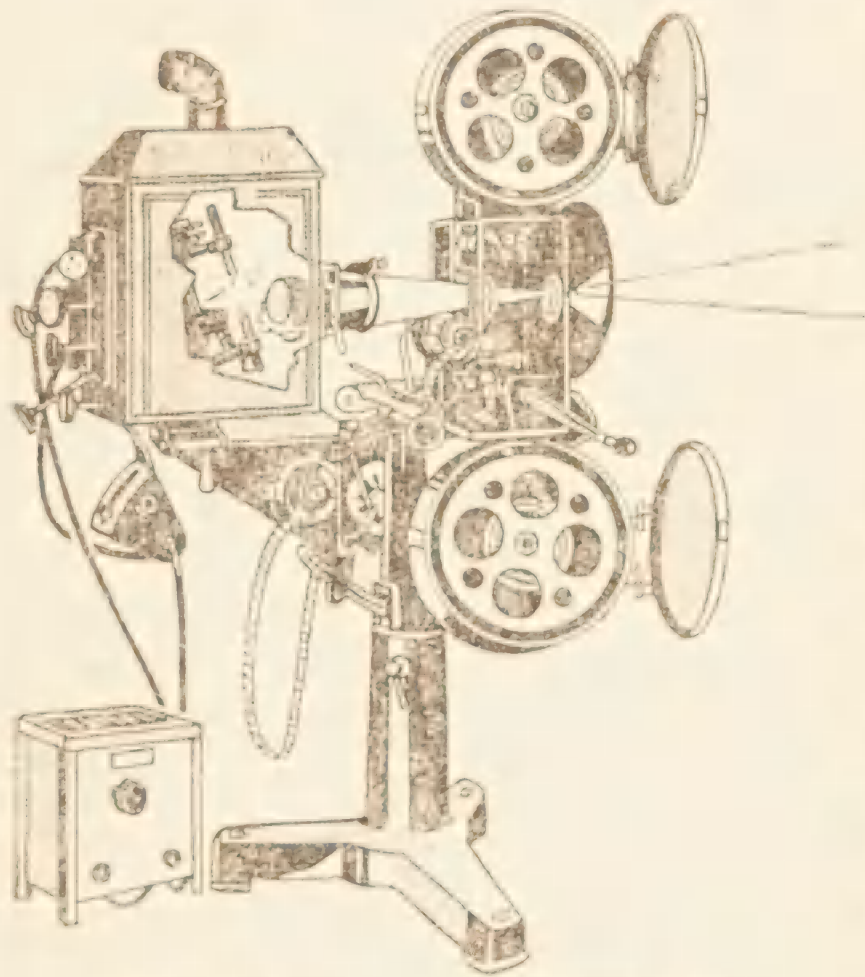


296. வைட்டபோன்: ஒளிப்படம் வேறு, ஒலிப்பதிவு வேருக அமைந்த ஏற்பாடு

ஆனல் இப்பொழுது படங்கள் பேசுகின்றனவே; அவை எப்படிப் பேசுகின்றன ? முதன் முதலில் இயற்றிய பேசும் படங்களில் படப்பதிவைச் செல்லுலாய்டு சுருளிலும், ஒலிப்பதிவை வேருக ஒலித் தட்டுக்களிலும் பதிவுசெய்தார்கள். பிறகு இரண்டையும் ஒன்றுபோல் ஒத்து ஓட வைத்தார்கள். விளக்கின் உதவியால் படம் திரையில்

விழுந்து நமது கண்ணுக்குத் தோன்றிற்று; கிராமபோன் கருவியின் உதவியால் ஒலித்தட்டின் ஒலி காதில் பட்டது.

இது சுமாராகத் திருப்திகரமாகத்தான் இருந்தது. ஆனால் சிற்சில வேளைகளில் படச்சுருள் அறுபட்டுவிடும். அப்போது ஒலித்தட்டு நிற்காமல் சுழன்று ஒலித்துக் கொண்டிருக்கும். உடனே எந்திரத்தை நிறுத்தி, இரண்டையும் ஒன்று போலவைத்தாக வேண்டும். இரண்டும் ஒன்று போல் துல்லியமாகப் பொருத்தப்பட்டால், ஒலி சரியாகக் கேட்கும்; சீராகப் பொருத்தப் படா விட்டால், படமும்பேச்சும் சற்றே முன்பின்னாக இருக்கும். இது அத்தனை திருப்திகரமாய் இராதல்லவா?



297. பேசும் படத்தை வெளியிடும் தற்காலக் கருவி

ஆகையால் வேறு வழிகளைத் தேடத் தொடங்கினார்கள். இப்பொழுது ஒலியையும் ஒளியாக்கிப் படம் பிடிக்கிறார்கள். சினிமாப் படத்தையும், அதன் பேச்சுப் பதிவையும், ஆகிய இரண்டையும், ஒரே சுருளில் அமைக்கிறார்

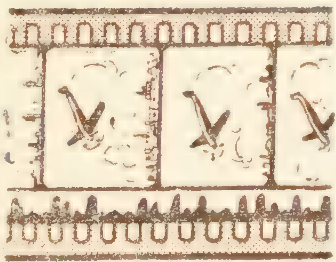
கள். ஆகையால் இவை முன்பின்னாக நிகழ வழியில்லை. இரண்டும் ஒத்து நடைபெறுகின்றன.

பேசும் படத்தில் உபயோகிக்கும் படச் சுருளைப் பார்த்தால், அதிலே படத்தைப் பதிவு செய்திருப்பது தெரியும். அந்தப் படத்தின் விளிம்பில் குறுக்குக் கோடுகளிட்டிருப்பதுபோல் தோன்றும். இந்தக் கோடுகள் தோன்றும் இடம் ஓர் அங்குலத்தில் பத்தில் ஒரு பங்குதான் இருக்கும். இக் குறுக்குக் கோடுகள்தாம் ஒலியின் படங்கள். இக்கோடுகளைக் கவனித்தால், இவை ஒரே அகலமாயில்லை என்பதும், ஒரே நிறமாயிருப்பதில்லை என்பதும் தெரியும்.



298. ஒலிப்பதிவு: குறுக்குச்கோடுகள்

ஒலிக்கு ஏற்றபடி அவற்றுள் சில மெல்லியவையாயும் சில தடியாயும், சில பிரகாசமாயும் சில மங்கலாயும் இருக்கும். ஒலிக்கு ஏற்றபடி அவற்றின் அளவும் தன்மையும் மாறுகின்றன. அப்படி மாறுபட்டுப் பதிவாகின்றன.



299. ஒலிப்பதிவு: போட்டோபோன் முறை

இவ்வாறு இயற்றும் ஒலிப்படங்களை இரண்டுவகையான முறைகளில் பதிவு செய்யலாம். ஒன்று ஒளி மின்சார வால்வு முறை என்று சொல்லத்தகும் முறை. மற்றொன்று ஒளிர் விளக்கு முறை என்று சொல்லத்தகும் முறை.

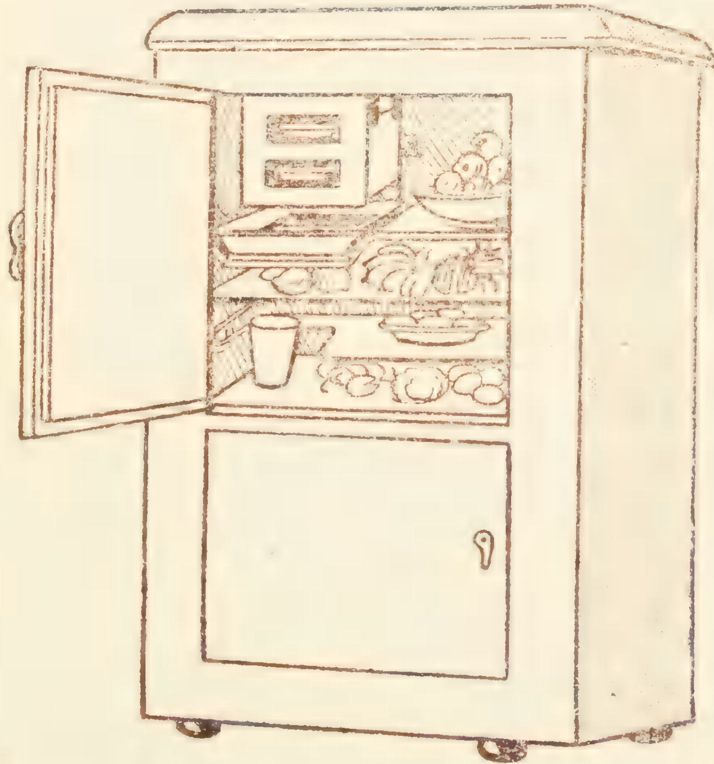
வேறு வகையில் தயார் செய்யப்படும் ஒலிப் படங்களும் உண்டு. அவற்றிலேயும் ஒலிப்பதிவு உள்ள இடம் ஓர் அங்குலத்தில் பத்தில் ஒரு பங்கு அகலம்தான் இருக்கும். அந்த இடம் முழுவதும்

நெடுக்கு வாட்டத்தில் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரித்தது போல் தோன்றும். ஒரு பாதி மங்கலாயும் மற்றொரு பாதி தெளிவாயும் இருக்கும். ஆனால் இந்தப் பாதிகள் இரண்டும் சமபாகங்களாய் இரா. கூரிய கத்தியை வைத்து வெட்டியதுபோல் ஒரே ஒழுங்கு விளிம்புகளை உடையவையாயும் இரா. அஜாக்கிரதையாய்க் கிழித்த காகிதத் துண்டுகளின் விளிம்புகளைப்போல், இவை ஒழுங்கின்றி மேலும் கீழுமாயிருக்கும். இதை அசைவு வரை என்று சொல்லலாம். இதற்கு போட்டோபோன் என்று பெயர்.

காட்சிப் படமும் ஒலிப்படமும் ஒரே சமயத்தில் எடுக்கப்படும். ஆனால் வெவ்வேறு இடங்களில் அவற்றை எடுப்பார்கள். ஒரு ஸெகண்டில் பதினெட்டு அங்குல நீளமுள்ள படங்கள் எடுக்கப்படும். இவ்வாறு ஒரே சமயத்தில் எடுத்தபோதிலும், காட்சிப் படங்களை வேறாகவும், ஒலிப் படங்களை வேறாகவுமே எடுப்பார்கள். பிறகு இவ்விரண்டு படங்களையும் ஒன்றாகப் பொருத்தி, ஒரே சுருளில் பதிவு செய்வார்கள். இதிலே ஒரு விசித்திரம். காட்சிப் படத்தில் ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் ஓர் ஒலி உண்டானால், அந்த ஒலி உண்டாகும் இடத்துக்கு நேரே ஒலிப் பதிவுப் படங்களை வைத்துப் பொருத்த மாட்டார்கள். அந்த இடத்துக்குப் பதினைந்து அங்குலம் முன்னாக வைப்பார்கள். இந்த விதமாகப் பொருத்தி, ஒரே படத்தில் நடுவில் காட்சிப் படமும், ஒரு விளிம்பு ஓரத்தில் ஒலிப்படமுமாக உள்ள படச் சுருளைத் தயார் செய்வார்கள்.

விளக்கின் வெளிச்சம் ஓர் இடுக்கின் வழியாய்ப் படத்தில் வந்து விழுந்துகொண்டிருக்கும். பேசும்போது உண்டாகும் ஒலி அலைகள் மின்சார அலைகளாக மாறி, இந்த

இடுக்கை அதிரச் செய்து, அதை அகலவோ சுருக்கவோ செய்யும். ஆகையால் இந்த இடுக்குக்களின் வழியாகச் செல்லும் வெளிச்சத்தின் அளவு ஒரே அளவாக இராதபடி, அதிர்ச்சிக்குச் தக்கபடி மிகுந்துகொண்டும் குறைந்துகொண்டும் வரும். இவ்வாறு மாறுபடும் வெளிச்சத்தைத்தான் படத்தில் பதிவு செய்கிறார்கள். படத்தைக் கேட்கச் செய்வதற்கு, ஒலிப்பதிவுகளை ஒளிமின்சாரக் கலத்தில் படும்படி செய்து, அதினின்று உண்டாகும் மின்சாரத்தை ஒலியாக மாற்றுகிறார்கள்—டெலிபோன் கருவியில் மாற்றுவது போல். ஒலியை நன்றாகக் கேட்கச் செய்வதற்கு ஒலிப்பெருக்கிகளை உபயோகிக்கிறார்கள்.



300. குளிர்ச்சி அலமாரி ; இதனால் பனிக்கட்டி செய்ய முடியும் ; இதனுள் வைத்த பதார்த்தங்களை இது குளிரவைத்துத் தரும்.

21. அயலிடக் காட்சி

கண்ணுக்கெதிரே தோன்றும் பொருள்களை மட்டிலுமே நம்முடைய சாதாரணக் கண்களால் பார்க்க இயலும். இடையே திரை ஏதாவது ஒன்று இருந்தால், அதற்கப்பாலுள்ளவற்றை நம்மால் பார்க்க இயலாது. வெகு தூரத்திற்கு அப்பாலுள்ள பொருள்களும்—அவை மிகப் பெரிய பொருள்களாயிருந்தாலன்றி—நமது கண்ணுக்குப் புலனாகா. ஆதலால் அயலிடத்திலோ அயலூரிலோ உள்ள காட்சிகளை நம்மால் பார்க்க முடியாது. ஆனால் அற்புதத் திறமைகள் வாய்ந்த மின்சாரம் இவற்றையும் நமக்குத் தோற்றுவிக்கிறது.

ஸஞ்ஜயனுடைய கண்களால் திருதராஷ்டிரன் பாரத யுத்தத்தைக் கண்டதைப் போலவும், ரெபெக்காவின் கண்களால் ஐவன்ஹோ முற்றுகையிடும் வீரர்களைக் கண்டதைப் போலவும், நம்முடைய கண்களினால் நேரில் பார்க்க முடியாத காட்சிகளை மின்சாரத்தின் துணையால் பார்க்க முடிகிறது. அது நமக்கு சூக்ஷ்ம திருஷ்டியை அளிக்கிறது. நமது கண்களின் குறை ஒன்றுதான் இந்தக் காரியத்தில் நமக்கு முக்கிய அனுகூலமாக இருக்கிறது!

மின்னல் ஒரு கண நேரம் மின்னுகிறது; உடனே மறைகிறது. ஆயினும் அம்மின்னலின் தோற்றம் நமது கண்ணை விட்டு உடனே அகலுவதில்லை. சிறிது நேரம்வரை அக்காட்சி நமது கண்ணிலே தோன்றிக் கொண்டேயிருக்கிறது. இவ்வாறு உடனே மறைந்த தோற்றமானது மறைந்த பின்னும் கூடச் சிறிது நேரம்வரை நீடித்துத் தோன்றிக்கொண்டிருப்பது நம்முடைய கண்ணின் குறை

தானே? ஒரு கொள்ளியை நாம் கையில் வைத்துக்கொண்டு சுழற்றும்போது, சுழலும் கொள்ளியின் முனை நெருப்பினால் செய்த வளையத்தைப் போல் தோன்றுவதும் இதைப் போலவே தான். இப்பேர்ப்பட்ட குறை நம்முடைய கண்களுக்கு இருப்பதனால்தான் நாம் சினிமாப் படத்தைக் கண்டு அனுபவிக்க முடிகிறது.

கண நேரத்தில் நிகழ்ந்து மறையும் காட்சி நமது கண் முன்னே ஸெகண்டில் பதினைந்திலொரு பங்கு நேரம் வரை நீடித்து நிற்கிறது என்று பொதுவாகச் சொல்லலாம். சிலருக்கு ஸெகண்டில் முப்பதில் ஒரு பங்கு நேரம்தான் தோன்றிக் கொண்டிருக்கும்; சிலருக்கு ஸெகண்டில் பத்தில் ஒருபங்கு நேரம் வரையும் தோன்றிக்கொண்டிருப்பதும் உண்டு. சினிமாப் படத்தைக் காட்டும்போது, திரையிலே ஸெகண்டுக்கு இருபத்துநான்கு படங்கள் தனித்தனியாகத் தோன்றி நகரும். அப்படங்களின் காட்சி உடனே கண்ணை விட்டு விலகாது. ஆகையால், நாம் சினிமாப்படத்தைத் தனித் தனியாய், விட்டுவிட்டுத் தெறிக்கும் காட்சிகளாகக் காணுவதில்லை; தொடர்ந்து நிகழும் காட்சியாகவே காண்கிறோம். ஆகவே நம்முடைய குறையும் ஒரு குணமாகிவிட்டது.

இதே குணம்தான் அயலிடத்திலுள்ள காட்சியைத் தோன்றச் செய்யும்போதும் நமக்கு உதவுகிறது. கோயிலில் இருட்டில் உள்ள விக்கிரகத்துக்குத் தீப ஆராதனை செய்யும் அர்ச்சகர் தீபத்தை உயர்த்தி, விக்கிரகத்தின் முகத்தைக் காட்டுகிறார். இன்னும் சற்றே உயர்த்திக் கிரீடத்தைக் காட்டுகிறார். தீபத்தைத் தாழ்த்திக் கைகளையும், மார்பையும், பாதங்களையும் காட்டுகிறார். நாம் ஒவ்

வொரு உறுப்பையும் தனித் தனியாகப் பார்க்கிறோம். தீபத்தின் ஒளி கிரீடத்திலும் முகத்திலும் படும்போது, முகம் தெரிகிறது, பாதம் தெரிவதில்லை. வலது புஜம் தெரியும்போது, இடது புஜம் தெரிவதில்லை. ஆனல் கிரீடத்திலிருந்து முகத்துக்கும், முகத்திலிருந்து கைகளுக்கும், மார்புக்கும், உடலுக்கும், பாதங்களுக்கும்; மறுபடியும் பாதத்திலிருந்து கிரீடத்துக்கும், கிரீடத்திலிருந்து முகத்துக்கும், கைக்கும், மார்புக்கும் உடலுக்கும், பாதத்துக்குமாக வெகு துரிதமாக அந்தத் தீபத்தை ஒருவர் காட்டிக் கொண்டே யிருந்தால் அப்பொழுது என்ன ஆகும்? கிரீடத்தின் தோற்றம் நமது கண்ணை விட்டு அகலும் முன்னே பாதம் வரையிலுள்ள பிற உறுப்புக்கள் யாவும் வெளிச்சத்தில் தோன்றிவிடும். ஆதலால் நாம் விக்கிரகம் முழுவதையும் ஒருமித்துப் பார்க்க இயலும். இதே மாதிரியாகத்தான் அபலிடக் காட்சியை விஞ்ஞானிகள் நமக்குத் தோற்றுவித்திருக்கிறார்கள்.

அவர்கள் பின்பற்றும் முறை வருமாறு. மிகப் பிரகாசமான ஒளியின் புள்ளி ஒன்று, சுழலும் எந்திரத்தின் உதவியால், நாம் காணவேண்டிய பொருள் முழுவதையும் மிகவும் துரிதமாக மீண்டும் மீண்டும் தடவுகிறது. ஒவ்வொரு இடத்திலும் ஒரு ஸெகண்டில் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு நேரங்கூடத் தங்காமல் அந்த ஒளிப்புள்ளி பொருள் முழுவதிலும் பட்டு அதைப் பிரகாசமாக்கிக் கொண்டேயிருக்கிறது. அதன் செயலால் ஏமாந்துபோன நமது கண் அக்காட்சி முழுவதையும் ஒரே சமயத்தில் ஒரேயடியாகக் கண்டது போல் பாராட்டுகிறது.

காட்சியைத் தோற்றுவிக்கும் ஊரில் அதற்குரிய கருவியும், அதன் வழியாகப் பிறக்கும் வெளிச்சத்தை மின்சாரமாய் மாற்றுதற்குரிய கருவி ஒன்றும் வைத்திருக்கும்.

இது எப்படி என்பதைப் பார்ப்போம். சாதாரணமாக ஒருவனைப் படம் பிடிக்கும்போது என்ன நடக்கிறது? படம் எடுக்கும் பெட்டியின் உள்ளே இரசாயனப் பூச்சுள்ள செல்லுலாய்டு வைத்திருக்கும். அதிலேதான் அவனுடைய படம் பதிவாகிறது. அப்படி என்றால் என்ன? அவன் அதில் போய்ப் பதிவதில்லை. அவன் மேல் விழும் ஒளி பிரதிபலிக்கப்பட்டுப் படத்தில், அதாவது செல்லுலாய்டில், படுகிறது. பட்டதும், அந்தச் செல்லுலாய்டிலே சில மாறுதல்களை உண்டாக்குகிறது.

உலகத்திலுள்ள பொருள்கள் தாமே ஒளிர்வனவாயிருந்தாலன்றி, நமது கண்களுக்கு அவை இருட்டில் புலனாகா. வெளிச்சத்தில், அதாவது அவற்றின் மேல் வெளிச்சம் படும்போது, நாம் அவற்றைக் காணமுடிகிறது. சில பிரகாசமாய்த் தோன்றுகின்றன. சில மங்கலாயிருக்கின்றன. வேறு சிற்சில பச்சையாயேனும், மஞ்சளாயேனும், வேறு நிறமாகவேனும் தோன்றுகின்றன. ஏன்? ஒவ்வொரு பொருளின் மீதும் வெளிச்சம் படும்போது, அவ்வெளிச்சத்தில் ஒரு பகுதியை அப்பொருள் ஏற்றுக் கொள்ளுகிறது. ஒரு பகுதியைச் சிதற அடிக்கிறது; பெரும் பகுதியைப் பிரதிபலிக்கிறது. இம்மூன்று வகைச் செயல்களின் தன்மைக்கு ஏற்றபடிதான் பொருளின் நிறமும், பிரகாசமும், தோற்றமும் நமக்குத் தெரிகின்றன. படம் பிடிக்கும்போதும் இப்படியே. ஆளின் மீது படும் வெளிச்

சம் அவனுடைய அங்கம் ஒவ்வொன்றிலும் படும்போது, வெவ்வேறு அளவில் அவற்றால் ஏற்கப்பட்டு, சிதறிப் பிரதி பலிக்கப்பட்டு வருகிறது. ஆகையால் அது வெவ்வேறு வகையிலும், அளவிலுமாகப் படப்பெட்டியின் உட்புறத்தில் சென்று அங்கேயுள்ள செல்லுலாய்டில் தடவியிருக்கும் பொருளில் படுகிறது. அப்படிப் படுவதற்கேற்றபடி அதிலே மாறுபாடுகளை உண்டாக்குகிறது.

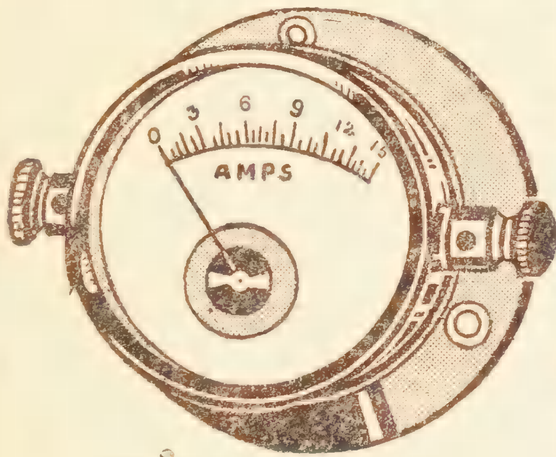
அயலிடக் காட்சியை அனுப்பும்போது, பொருளின் மீது பட்டு, அதைத் தடவிக்கொண்டே வரும் மிகப் பிரகாசமான வெளிச்சமும் இவ்வாறே அப்பொருளினால் ஏற்கவும், சிதறவும், பிரதிபலிக்கவும் படுகிறது. பொருளினின்று பிரதிபலிக்கப்படும் வெளிச்சத்தை ஒளி-மின்சாரக் கலத்திலே படச்செய்வார்கள். அக்கலத்தின்மேல் ஒளி படும்போது ஒளியின் தன்மைக்கேற்ப, கலத்தினின்று மின்சாரம் உண்டாகும். அம்மின்சாரத்தை அசையும் அலைகளாக மாற்றி, வான வெளியிலே பரவச் செய்வார்கள்.

காட்சி தோன்றும் ஊரிலும் இவ்வாறே அலைகளை மின்சாரமாக்கும் கருவியும், மின்சாரத்தை மீண்டும் ஒளியாக்கும் கருவியும் வைத்திருக்கும். இவற்றால் அயலூரில் தோன்றும் காட்சியையும் நம்மூரில் நேரில் காண்பதைப் போல் நாம் காண்போம்.

இதைத்தான் டேலிவிஷன் என்று சொல்லுகிறார்கள்.

22. மின்சார மூல அளவைகள்

ஏதாவது ஒன்றின் மொத்த அளவைக் குறிப்பிட வேண்டுமானுல், அதற்கென்று அடிப்படையாக மூல அளவை ஒன்றை ஏற்படுத்திக்கொள்ள வேண்டும். அந்த மூல அளவையை வைத்துக்கொண்டு அளந்து, நாம் அளக்கும் பொருளிலே அந்த மூல அளவை எத்தனைமடங்கு அடங்கியிருக்கிறது என்று தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். அந்த மடங்கைக் குறிக்கும் எண்ணுனது பொருளின் அளவைக் குறிப்பதாக நாம் சங்கேதம் ஏற்படுத்திக் கொண்டிருக்கிறோம். பொருளின் அளவுக்குத் தகுந்தவாறு சிற்றளவைகளேயும் பேரளவைகளேயும் ஏற்படுத்தியிருக்கிறோம். அங்குலமும், அடியும், மைலும்; ஆழாக்கும், படியும், கலமும்; ஸெகண்டும், மணியும், நாளும், வருஷமும்; இவை போன்ற பிறவும் இருப்பன போலவே மின்சாரத்திலும் சில அளவைகள் அமைக்கப் பட்டிருக்கின்றன.

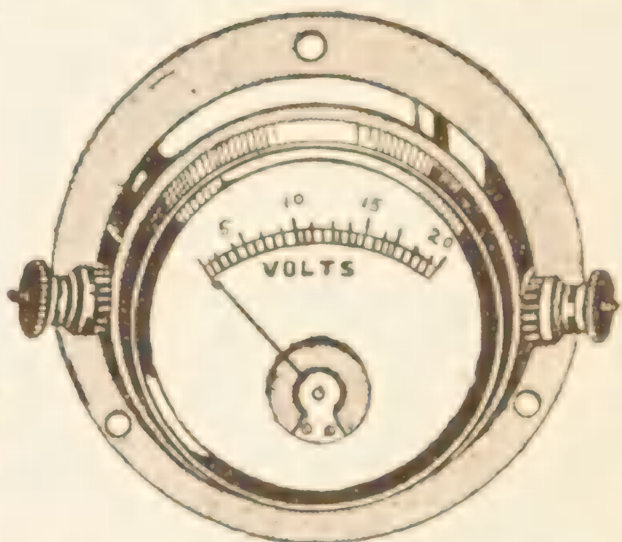


301. ஆம்பேரை அளக்கும் கருவி

கெல்வின் பிரபுவின் தலைமையில் 1861-ஆம் வருஷத்தில் கூடிய விஞ்ஞானிகளின் சங்கத்தில் இந்த அடிப்படையான அளவைகளை நிருணயித்தார்கள். அந்த அளவைகளுக்கு என்ன பெயரிடவேண்டுமென்ற ஆலோசனை வந்த போது, சிறந்த விஞ்ஞானிகளின் ஞாபகார்த்தமாக அவர்களின் பெயர்களேயே அந்த அளவைகளுக்கு இடவேண்டு

மென்று தீர்மானித்தார்கள். அந்தப்படி பெயரிட்டு வழங்கி வருகிறார்கள். அவர்களிட்ட அப்பெயர்களை மாற்ற நமக்கு அதிகாரமில்லை; மாற்றினால் நன்றி மறந்தவர்களாகவும் ஆவோம். இனி அவ்வளவைகளைக் கவனிப்போம்.

ஒரு குழாயின் வழியாக நீர் ஓடிக்கொண்டிருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். ஒரு ஸெகண்டு நேரத்தில் அந்தக் குழாயின் உள்ளே எவ்வளவு நீர் வருகிறது என்றேனும், அதை விட்டு எவ்வளவு நீர் போகிறது என்றேனும், அல்லது அதன் இடையே எவ்வளவு நீர் பாய்ந்தோடுகிறது என்றேனும் தெரிந்து கொண்டால், நீரோட்டத்தின் பலம் எவ்வளவு என்பதை ஒரு வகையாய்த் தெரிந்து கொள்ள முடியும். ஆகலால் நீரோட்டத்தின் பலத்தைக் குழாயின் வழியே ஒரு ஸெகண்டு நேரத்தில் ஓடும் நீரின் வேகத்தைக்கொண்டு அளவிடலாம். அதனால் குழாயின் வழி ஓடும் நீரின் வேகமானது நீரோட்டத்தின் பலத்தைக் குறிப்பிடுவதாக வைத்துக்கொள்ளலாம்.



302. வோல்ட்டை அளக்கும் கருவி

குழாயில் ஏதாவது ஓர் இடத்தை எடுத்துக்கொண்டு அந்த இடத்தின் வழியாக எவ்வளவு நீர் ஓடுகிறது என்று தெரிய வேண்டுமானால், ஓட்டத்தின் பலம் எவ்வளவு என்பதும், அந்த ஓட்டம் எவ்வளவு நேரம் நிகழ்கிறது என்பதும் தெரிந்தால் போதும். இரண்டையும் பெருக்கினால் ஓடும் நீரின் அளவு தெரிந்துவிடும்.

இதைப் போலவே மின்சார விஷயத்திலும். மின்சார ஓட்டத்தின் பலம் என்னவென்றால் ஒரு ஸெகண்டில் கடத்தி ஒன்றின் வழியாய் ஓடும் மின்சாரத்தின் அளவுதான் அது என்று சொல்லலாம்; அல்லது மின்சார ஓட்டத்தின் வேகம்தான் அது என்றும் குறிப்பிடலாம்.

ஆம்பேர்

மின்சார ஓட்டத்தின் வேகத்தைக் குறிப்பிடுவதற்கு ஒரு மூல அளவையை ஏற்படுத்தியிருக்கிறார்கள். பிரான்சு நாட்டினரும் சிறந்த விஞ்ஞானியும், மின்சார ஆராய்ச்சிகள் நிகழ்த்தியவருமாகிய ஆம்பேர் என்பவரின் பெயரை அதற்கு இட்டார்கள். ஆகவே மின்சார வேகமானது ஆம்பேர் என்ற அளவினால் குறிக்கப்பட்டு வருகிறது.



303. ஆம்பேர்

இந்த அளவையின் ஆதாரம்

விரலைக்கொண்டு வகுத்தது அங்குலம். பாதத்தின் நீளத்தைக்கொண்டு வகுத்தது அடி. நான்காவது ஹென்ரி என்னும் அரசனுடைய மூக்கின் நுனி முதல் நீட்டிய கை விரலின் நுனிவரையிலுள்ள தூரத்தைக்கொண்டு வகுத்தது கஜம். கால் எட்டுக்கள் ஆயிரம் கொண்டது மைல். இவ்வாறு நீள அளவைகள் வகுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. ஆம்பேர் என்னும் அளவைக்கு அடிப்படை என்ன? எதைக்கொண்டு அதை வகுத்திருக்கிறார்கள்?

கண் நோவு வந்த குழந்தைகளின் கண்ணிலே கண் காந்தக் காந்த, நீலச் சீசாவில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் மருந்து ஒன்றைப் போடப் பார்த்திருக்கிறோம் அல்லவா! அந்த மருந்தின் பெயர் ஸில்வர் நைட்ரேட்டு: வெள்ளி என்னும் உலோகமும், அக்கினித் திராவகமுமாகக் கலந்து கிடைத்த இரசாயனப் பொருள் அது. அந்தப் பொருளின் கரைவிலே மின்சாரத்தை ஓடும்படி செய்தால், மின்சாரத்தின் இரசாயனக் குணத்தால், அதினின்று வெள்ளி வேறாகப் பிரிந்து, திராவகத்தில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் மின் முனையிலே படியும். அப்படிப் படியும் வெள்ளியின் அளவு மின்சார ஓட்டத்தின் பலத்துக்கு ஏற்றபடி, கூடியோ குறைந்தோ இருக்கும். இந்தக் குணத்தை ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டுதான் ஆம்பேர் என்னும் அளவு நிர்ணயிக்கப்பட்டிருக்கிறது.

கூலோம்பு

நீரோட்டத்தின் வேகத்துக்குச் சமமானது ஆம்பேர். வேகமாக ஓடும் நீரின் அளவையும் நாம் குறிப்பிட முடியும். ஒரு குழாயின் வழி ஐந்து நிமிஷத்தில் நூறு படி தண்ணீர் ஓடுகிறது, அல்லது பத்துக் கால்லன் தண்ணீர் ஓடுகிறது என்று சொல்லுகிறோம் அல்லவா? சாதாரண மனிதர்களுக்கு இவற்றைத் தவிர வேறு அளவைகள் தேவையில்லை. இந்த அளவையில் கால அளவு, முகத்தலளவு ஆகிய இரண்டு அம்சங்களைத் தனித்தனியாக குறிப்பிடுகிறோம். ஆனால் நீரோட்டத்தை அளக்க வேண்டிய அவசியத்தை உடைய எஞ்ஜினியர்கள் இதற்கென்று இரண்டும் ஒன்றாகக் கலந்த அளவை ஒன்றை ஏற்படுத்தியிருக்கிறார்கள்.

அதைப் போலவே மின்சாரத்தை அளக்கும் விஞ்ஞானிகளும், மின்சாரத்தின் அளவைக் குறிப்பதற்கென்று, கலந்த அளவை ஒன்றை ஏற்படுத்திக் கொண்டிருக்கிறார்கள். மின்சார ஒட்டத்தின் வேகமும், மின்சாரம் ஓடும் நேரமும் ஆகிய இரண்டு அமிசங்களும் ஒன்ருகக் கலந்தது அது. இத்தனை ஆம்பேர் உள்ள மின்சாரம் இத்தனை நேரம் ஓடுமாஞல், அப்படி ஓடும் மின்சாரத்தின் மொத்த அளவு இவ்வளவு ஆகும் என்று சொல்லுவதற்காக அமைந்தது இந்த அளவு. மின்சாரம் ஓர் ஆம்பேர் வீதம் ஒரு ஸெகண்டு நேரம் ஓடிஞல், மொத்தம் எவ்வளவு ஆகுமோ அந்த அளவைக்குக் கூலோம்பு என்று பிரான்சு தேச விஞ்ஞானியின் பெயரை இட்டார்கள். எல்லா நாட்டினரும் அப்பெயரால்தான் அதை வழங்கி வருகிருர்கள்.



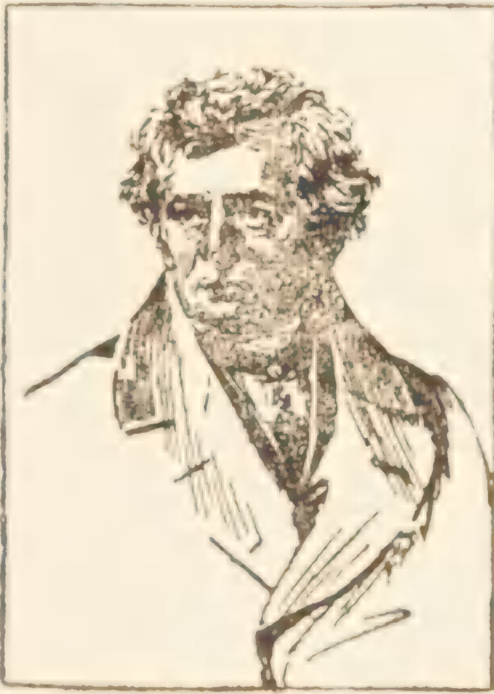
304. கூலோம்பு

ஓம்

மின்சார ஒட்டமானது கடத்திகளின் வழியாய் நன்ருய் ஓடும், கடத்தாப் பொருள்களின் வழி ஓடாது என்று பொதுவாகச் சொன்ேனும். ஆனல் யதார்த்தத்தில் கடத்திகளிலும் அதன் ஒட்டம் சிறிதளவு தடைப்படுகிறது ; கடத்தாப் பொருள்களிலும் சிறிதளவு நடைபெறுகிறது. ஆகையால் எல்லாப் பொருள்களும், மிகச் சிறு அளவிலேனும்,

மின்சாரத்தைக் கடத்துகின்றன என்று சொல்லலாம். அதைப் போலவே எல்லாப் பொருள்களும், மிகச் சிறு அளவிலேனும், மின்சார ஓட்டத்தைத் தடைப்படுத்துகின்றன என்றும் சொல்லலாம்.

நீரோட்டத்தின் உவமையை வைத்துக்கொண்டு, கடத்தும் பொருள்களைப் பெரிய குழாய்களோடும், கடத்தாப் பொருள்களை நுண்ணிய துவாரமுள்ள குழாய்களோடும் ஒப்பிடலாம். நீர் அழுத்தம் ஒரே மாதிரியாக இருக்குமானால், அகன்ற குழாயின் வழியாக நிறைய நீர் செல்லும்; நுண்ணிய குழாயின் வழியாகக் குறைய நீர் செல்லும். நீர் அழுத்தம் உயர்ந்தோ தாழ்ந்தோ, மாறுபட்டால், அதற்கேற்ப, நீரோட்டத்தின் அளவும் மிகுந்தோ குறைந்தோ போகும். தடையும், அழுத்தமும், நீர் ஓட்டமும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு உடையன.



305. ஓம்

அதைப்போலவே மின்சார விஷயத்திலும், மின்சார அழுத்தமும், மின்சாரத் தடையும், மின்சார ஓட்டமும் ஒன்றையொன்று பொறுத்திருக்கின்றன. மின்சாரத் தடையைக் குறிப்பதற்கு ஓர் அளவையை அமைத்திருக்கிறார்கள். அதற்கு ஜெர்மனி தேசத்து விஞ்ஞானியாகிய ஓம் என்பவரின் பெயரை இட்டிருக்கிறார்கள். விஞ்ஞான விஷயத்திலே தேச, மத, ஜாதி வேற்றுமை கிடையா.

வோல்ட்டு

தண்ணீரின் ஓட்டமும், அதன் பலமும் அதன் அழுத்தத்தைப் பொறுத்திருக்கின்றன. மட்டமான இடத்தில் நீர் நிற்கும். இலேசாகச் சரிவு இருந்தால், நீர் மெல்ல ஓடும். அதிகச் சரிவு இருந்தால் நீர் பாய்ந்தோடும்; அதன் சக்தியும் மிகுந்திருக்கும்.

அதைப் போலவே மின்சார விஷயத்திலும். மின் சார அழுத்தம் மிகுந்திருந்தால், மின்சாரம் வேகமாய்ப் பாயும்; அதன் சக்தி மிகுந்திருக்கும். இந்த அழுத்தத்தை அளப்பதற்கு ஒரு மூல அளவையை ஏற்படுத்தியிருக்கிறார்கள். ஓர் ஓம் தடையுள்ள கடத்தியின் வழியாக, ஓர் ஆம்பேர் வீதம் மின்சார ஓட்டத்தை ஓடச் செய்யக்கூடிய அழுத்தம்தான் அந்த அளவை. அதற்கு வோல்ட்டா என்னும் இட்டலிநாட்டு விஞ்ஞானியின் பெயரைக் கொண்டு வோல்ட்டு என்று பெயர் வைத்திருக்கிறார்கள்.

பாரடு

சச்சவுக்கமான பெரிய தொட்டி ஒன்று இருக்கிறதென்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். அதன் அளவைப் பல வகையாய்க் குறிப்பிடலாம். அது இத்தனை அடிநீளம், இத்தனை அடி அகலம், இத்தனை அடி ஆழம் என்று குறிப்பிடலாம். அல்லது அதன் அளவு இத்தனை கன அடி என்று குறிப்பிடலாம். அல்லது அது இத்தனை படி பிடிக்கும் என்று சொல்லலாம். அதை வேறு ஒரு வகையாயும் கூடக் குறிப்பிடலாம். அதாவது, அந்தத் தொட்டியில் ஓர் அடி உயரம் நிரம்புவதற்கு இத்தனை படி நீர் பிடிக்கும் என்று சொல்லலாம் அல்லவா?

இதைப் போலவே மின்சார விஷயத்திலும் ஒரு கடத்தியின் அளவைக் குறிப்பிடுவதற்கு ஒரு சங்கேத அளவையை ஏற்படுத்திக்கொண்டிருக்கிறார்கள். ஒரு கூலோம்பு மின்சாரம் பாய்வதினால் ஒரு வோல்ட்டு அளவுள்ள மின்சார அழுத்த உயர்ச்சியை உண்டாக்கும் அளவையை மூல அளவையாக வைத்துக்கொண் டிருக்கிறார்கள். இந்த அளவைக்கு ஆங்கில நாட்டு விஞ்ஞானியாகிய மைக்கேல் பாரடே என்பவரின் ஞாபகார்த்தமாக பாரடு என்று பெயரிட்டிருக்கிறார்கள்.

வாட்டு

மலையாள நாட்டிலே மலையுச்சியிலிருந்து விழும் நீரானது வெகு துரிதமாகக் கடலைப் போய் அடைகிறது. அங்கங்கே சிறிது சிறிது பூமியில் ஊறியிறங்கும் சிறு பாகத்தைத் தவிர, மலையிலிருந்து விழுந்த நீர் முழுவதும் கடலை அடைகிறது. இடைவழியிலே சிற்சில இடங்களிலே அது சக்கரங்களைச் சுற்றி மின்சாரத்தை உண்டாக்கலாம்; ஆலைகளை ஓட்டலாம். அந்த வேலைகளில் நீர் செலவழியாது. நீரிலிருந்த சக்திதான் செலவாகிறது.

அதைப்போலவே மின்சாரத்திலும், நமது வீட்டினுள்ளே வரும் மின்சாரம் முழுவதும் வீட்டை விட்டு வெளியேறி விடுகிறது. ஆனால் இடையே அதன் சக்தி செலவாகிறது. சக்தியற்ற அந்த மின்சாரம்தான் வெளியேறுகிறது. சாற்றைப் பிழிந்துகொண்டு சக்கையை வெளியேற்றுவது போன்றது இந் நிகழ்ச்சி. ஆகவே நாம் விலை கொடுப்பது மின்சாரம் ஓடுவதற்காக அன்று; அந்த ஓட்டத்தினின்று நாம் பெறும் சக்திக்குத்தான் என்று

சொல்லலாம். இந்தச் சக்தியை அளப்பதற்கு ஒரு மூல அளவையை அமைத்திருக்கிறார்கள். இங்கிலாந்து நாட்டினரும், ரயில் வண்டி எஞ்ஜினைச் சிறந்த முறையில் அமைத்தவருமான ஜேம்ஸ் வாட்டு என்பவரைக் கௌரவப்படுத்துமாறு, அந்த அளவைக்கு வாட்டு என்று பெயரிட்டார்கள். ஒரு மணி நேரத்தில் இவ்வாறு செலவழியும் சக்திக்கு வாட்டு-மணி என்பது முழுப் பெயர். இதைத்தான் வாட்டு என்று சுருக்கிச் சொல்லுகிறோம். ஆயிரம் வாட்டு-மணியை அதாவது ஒரு கிலோவாட்டு-மணியைச் சாதாரணமாக மூன்றரை அணு வீதம் சென்னையில் விற்கிறார்கள்.



306. வாட்டு

மின்சார அழுத்தத்தையும் மின்சார வேகத்தையும் ஒன்றாகப் பெருக்கினால் மின்சார சக்தியின் அளவு தெரியும். அதாவது வோல்ட்டைக் கொண்டு ஆம்பேரைப் பெருக்கினால் வாட்டின் அளவு கிடைக்கும்.



307. ஜூல்

ஜூல்

மின்சாரமானது ஒரு செகண்டுப் பொழுதில் ஒரு வாட்டு வீதம் வேலை செய்யும் மொத்த வேலையின் அளவை அளப்பதற்கும் ஒரு மூல

அளவையை ஏற்படுத்தியிருக்கிறார்கள். இந்த அளவைக்கு ஆங்கில விஞ்ஞானியாகிய ஜூல் என்பவரின் பெயரைக் கொண்டு ஜூல் என்று குறிப்பிடுகிறார்கள்.

சாதாரணமாக, இந்த அளவைகள் எல்லாவற்றையும் நாம் கவனிக்க வேண்டியிருப்பதில்லை. இவற்றுள் ஆம்பேர், வோல்ட்டு, வாட்டு என்னும் மூன்றையும் நாம் அடிக்கடி கவனிக்க வேண்டி வரும்.

வீட்டுக் கருவிகளிலே செலவழியும் மின்சார சக்தி

	ஒரு மணிக்கு வாட்டு
12 அங்குல விசிறி	40
36 அங்குல விசிறி	80
48 அங்குல விசிறி	100
54 அங்குல விசிறி	120
3 ராத்தல் எடையுள்ள இஸ்திரிப் பெட்டி	250
6½ ,, ,, பெரிய ,, ,,	525
ரொட்டி வாட்டி	400
காப்பி போடும் அடுப்பு	500
வெந்நீர்ப் பாத்திரம் (சிறியது)	1500
சமையல் அடுப்பு	2500
தையல் எந்திர மோட்டார்	200
வீடு துலக்கும் கருவி	200
சலவை எந்திரம்	300
ஐஸ் கிரீம் எந்திரம்	500

23. பொருள்களின் அமைப்பும் மின்சாரமும்

கூறு குறுப் பென்பது மனித இயற்கை. இது என்ன? அது என்ன? மற்றொன்று எப்படி? என்று மனம் கேட்க; இதைச்செய்து பார், அதை விண்டு பார், மற்றொன்றைச் சேர்த்துப் பார் என்று அறிவுதூண்ட; மனிதன் தன்னுடைய கைகளால் எத்தனையோ செயல்களைச் செய்தும், எத்தனையோ பொருள்களைப் பிரித்தும், பொருத்தியும், சோதித்துப் பார்த்தும் பொருள்களின் தன்மைகளையும் பண்புகளையும் அறிந்துகொண்டிருக்கிறான்.

பொருள்களின் அமைப்பு என்ன என்பது இவ்வாறு மனிதனுடைய மனத்தில் அநாதிகாலமாகத் தோன்றிய வினா. அக்காலம் முதற்கொண்டு இந்நாள்வரையிலும் இந்த வினாவை ஆராய்ந்து, அவ்வப்போது தன் அறிவுக்குப் புலப்பட்டவற்றைக் கொண்டும், தன் ஊகத்துக்கு எட்டியவற்றைக் கொண்டும் பதில் அளித்துவந்திருக்கிறான்.

ஏதாவது ஒரு பொருளின் அமைப்பைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்வதற்கு அதன் தன்மைகளையும் பண்புகளையும் ஆராய்வது ஒரு முறை. அது கட்டிப் பொருளா? திரவமா? வாயுவா? அது சூட்டில் இளகுமா? ஆவியாகுமா? எரியுமா? என்பன போன்ற ஆராய்ச்சிகளைக்கொண்டு விஞ்ஞானிகள் பொருளை அறிய முயலுவார்கள்.

முன்னொரு காலத்தில் உலகத்திலுள்ள பொருள்கள் யாவும் பஞ்ச பூதங்கள் எனப்படும் ஐந்துவகை மூலப் பொருள்களின் சேர்க்கையினால் ஆயின என்று முடிவு

கட்டினார்கள். பிற்காலத்து விஞ்ஞானிகள் *மூலங்கள் இவ்வைந்து அல்ல; வேறு பல; அவற்றின் தொகை தொண்ணூற்றிரண்டு என்றார்கள். இவற்றைத்தாம் நாம் இக்காலத்தில் மூலங்கள் அல்லது மூலப் பொருள்கள் என்கிறோம். இந்த விஷயத்தைச் சற்றே பார்ப்போம்.

ஒரு பொருளின் அமைப்பை அறிய வேண்டுமானால் அதை விண்டு பார்த்தால் தெரியும். உதாரணமாகச் செம்பின் அமைப்பை அறிய முயலுவோம். செம்பினாலாகிய பொருள் ஒன்றை எடுத்துக் கொண்டு அதை விண்டு பார்க்க வேண்டும். செப்புக் கம்பி ஒன்றை எடுத்துக்கொண்டு அதை விண்டு பார்க்க முயலுவோம். அதை வகிர்ந்துகொண்டேனும், நீட்டிக் கொண்டேனும் போனால் அது மெல்லிய மயிரிழையைப்போல் ஆகிவிடும். அதற்குமேல் அதை வகிர்வது இயலாது. வேதாளத்தாலும் அப்பேர்ப்பட்ட காரியத்தைச் செய்ய முடியவில்லை என்னும் கதை உங்களுக்கு தெரிந்திருக்கலாம். நீளத்தில் வகிர முடியாத கம்பியைக் குறுக்காக வெட்டித் துண்டமாக்கலாம். கத்தரிக்கோலை வைத்துச் சிறு சிறு துண்டமாகக் கத்தரிக்கலாம். அதைவிடச் சிறிய தூளாக அரத்தால் அராவலாம். நுண்ணிய அரப்பொடியைக் காட்டிலும் நுண்ணியதாகச் சாமானியர்களால் அதை விள்ள முடியாது.



308. தாம்ஸன்

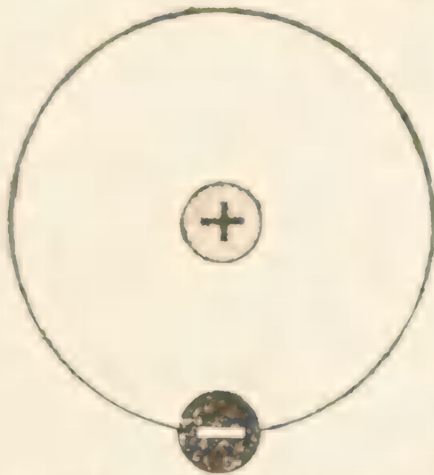
டால்ட்டன் முதலிய விஞ்ஞானிகள் தம்முடைய கருவிகளைக் கொண்டும், நீர் நெருப்பு முதலியவற்றின் துணையைக் கொண்டும், தம்முடைய நுட்பமான மதியின் ஊகத்தைக் கொண்டும் இதை ஆராய்ந்து பிரித்துப் பார்த்தார்கள். செம்பு என்ற தனி அணு ஒன்று இருக்கிறது. அதன் தன்மை இது ; அதன் பண்பு இது ; உலகத்திலுள்ள மற்றெல்லாப் பொருள்களினின்றும் இப்பண்பு முதலியவற்றால் அது பிரிந்து தனித்துத் தோன்றுகிறது. ஆகவே இது தனிப்பொருள், இதை இன்னும் பிரிக்க இயலாது என்று நம்பி வந்தார்கள்.


309. மில்லிக்கன்

இந்த அணு என்பது கண்ணுக்குத் தெரியாது. எத்தனை பெரிய சூக்ஷ்ம தரிசினிகளில் கண்ணை ஒட்டிக் கொண்டு பார்த்தாலுங்கூட அதைப் பார்க்க இயலாது. அதன் பரிமாணம் என்ன என்று நினைக்கிறீர்கள்? அணுக்களைப் பொறுக்கி, ஓர் அங்குல நீளம் ஆகும்வரை அவற்றை அடுக்கிக்கொண்டே போனால், பத்துக்கோடி அணுக்களை வரிசையாக அடுக்கி வைத்தாலுங்கூட ஓர் அங்குல நீளம் வரை அவை ஆகமாட்டா. அவ்வளவு நுண்ணிய அளவுள்ள பொருளையுங் கூட விஞ்ஞானிகள் அறிந்துவிட்டார்கள்!

இரண்டு ஹைட்ரஜன் அணுக்களும் ஒரு ஆக்ஸிஜன் அணுவும் கொண்டது ஒரு தண்ணீரின் மாலிக்யூல்.

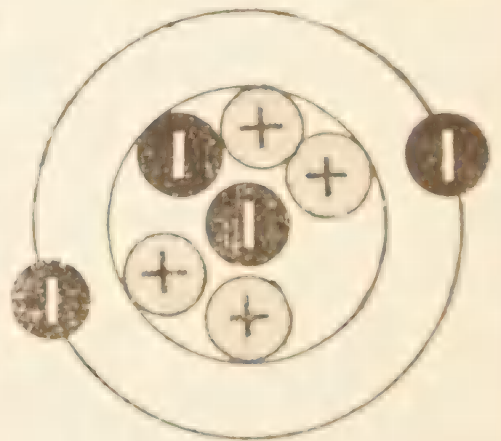
ஆகவே நீரின் மாலிக்யூல் ஒவ்வொன்றும் மூன்று அணுக்கள்கொண்டது. ஒரு சாதாரண டம்ளர் தண்ணீரிலே எத்தனை மாலிக்யூல் இருக்கின்றன என்று நினைக்கிறீர்கள்? அவற்றைக் கணக்கிட்ட விஞ்ஞானிகள் ஒரு சாதாரண டம்ளரில் உள்ள நீரிலே 1,865,000,000,000,000,000,000,000, மாலிக்யூல்கள் இருக்கின்றன என்று சொல்லுகிறார்கள்.



310. ஹைட்ரஜன் அணு

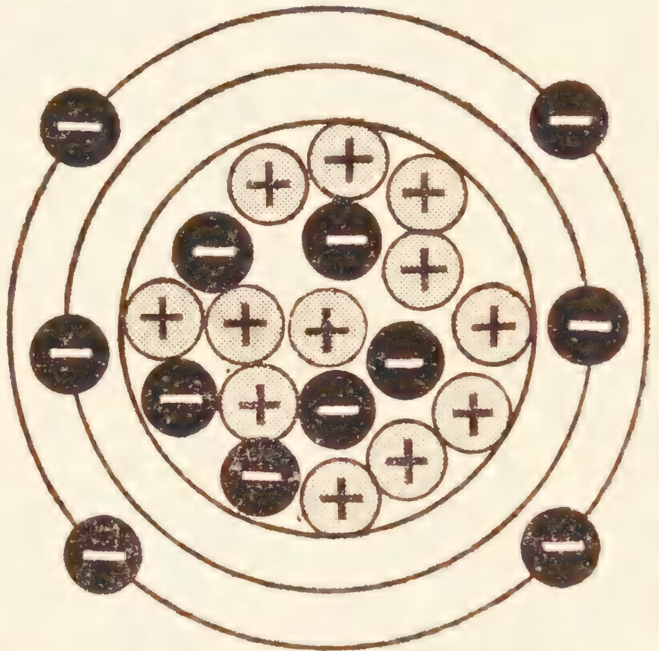
இத்தனை பூஜ்யங்களைப் பார்த்தால் ஒன்றும் விளங்காது. வேறொருவகையாய் இதை விளக்கலாம். அதே டம்ளரைக்கொண்டு மொண்டு பார்த்தால், உலகத்திலுள்ள கடல்கள், ஏரிகள் எல்லாவற்றிலுமாக மொத்தத்தில் எத்தனை டம்ளர் நீர் இருக்குமோ, அதைவிட அதிகம் டம்ளரிலுள்ள மாலிக்யூல்களின் எண்.

காலம் செல்லச் செல்ல, விஞ்ஞானிகள் மேன்மேலும் பொருள்களின் தன்மைகளைக் கூர்ந்து கவனித்துக் கொண்டே வந்தனர். சிற்சில ஆராய்ச்சிகளின் பயனாக அணுக்களின் தன்மைகள் மேன்மேலும் தெரியலாயின. அணுக்கள் தாம் அடிப்படையாயுள்ளவை என்ற எண்ணத்தை மாற்றவேண்டி வந்துவிட்டது. அணுக்களைக் காட்டிலும் நுண்ணியவை இருக்கின்றன என்பது விஞ்ஞானிகளுக்கு வரவரத் தெளிவாகிக் கொண்டே வந்தது. அங்குலத்தில் பத்துக் கோடியில்



311. ஹீலியம் அணு

ஒருபங்கு நீளம்கூட இல்லாத அணுவினும் சிறியது ஒன்று கூட இருக்கிறதா? அது அணுவில் முக்கால் இருக்குமா? பாதி இருக்குமா? என்று திகைத்துக் கேட்கலாம். தாம்ஸன், மில்லிக்கன் முதலிய மேதாவிகள் பற்பல ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார்கள். அவர்கள் கண்டுபிடித்த நுண்பொருள்கள் அணுக்களைக் காட்டிலும் மிக மிக நுண்ணியவை. அவற்றின் அளவை நினைத்தால் அணுவை மகாமேரு என்று சொல்ல வேண்டும். அத்தனை சிறியவை அவை.

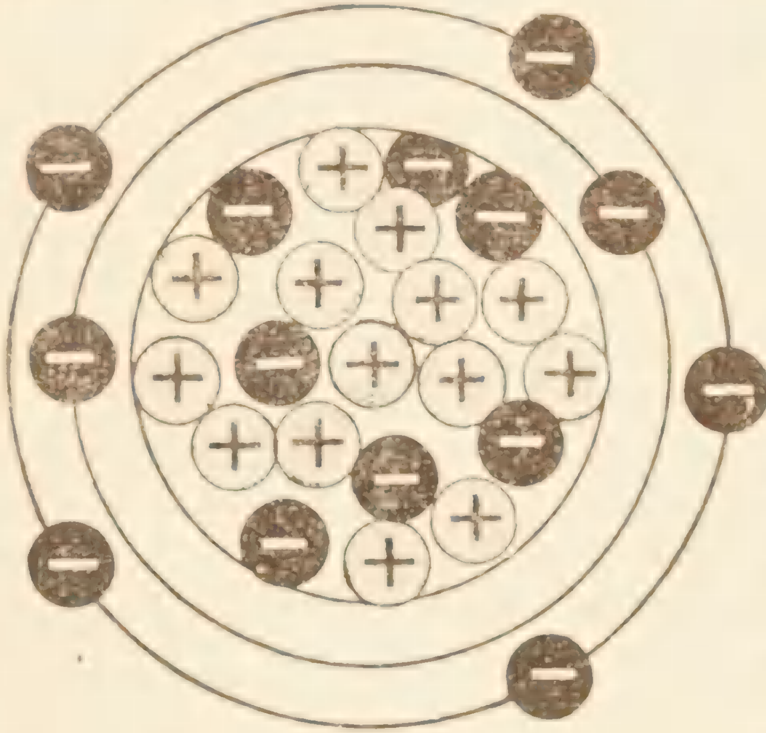


312. கார்பன் அணு

ஸூக்ஷ்மதிருஷ்டி பெற்றவர்கள் என்று கருதத் தகும் விஞ்ஞானிகளின் கண்களுக்கு ஒவ்வோர் அணுவும் ஒரு சூரிய மண்டலமாகத் தோன்றிற்று. அணுவின் அமைப்பைச் சூரிய மண்டலத்தின் அமைப்போடு ஒருவாறு ஒப்பிடலாம் என்று அவர்கள் கருதினார்கள். சூரிய மண்டலத்திலே நடு நிலையிலே சூரியனும், அதற்கு வெகு தூரங்களுக்கு அப்பால் அதைச் சுற்றி ஓடும் கிரகங்கள் பலவும் அமைந்திருப்பதுபோலவே, ஒவ்வோர் அணுவிலும் நடுநிலையாக ஒரு பொருளும் அதைச் சுற்றி ஓடும் பொருள்கள் சிலவும் இருப்பதை அறிந்தார்கள்.

ஒவ்வோர் அணுவின் மையத்திலேயும் நடுநிலை ஒன்று உண்டு. அதைக் கருமின்னணு என்றேனும் நடுமின்னணு

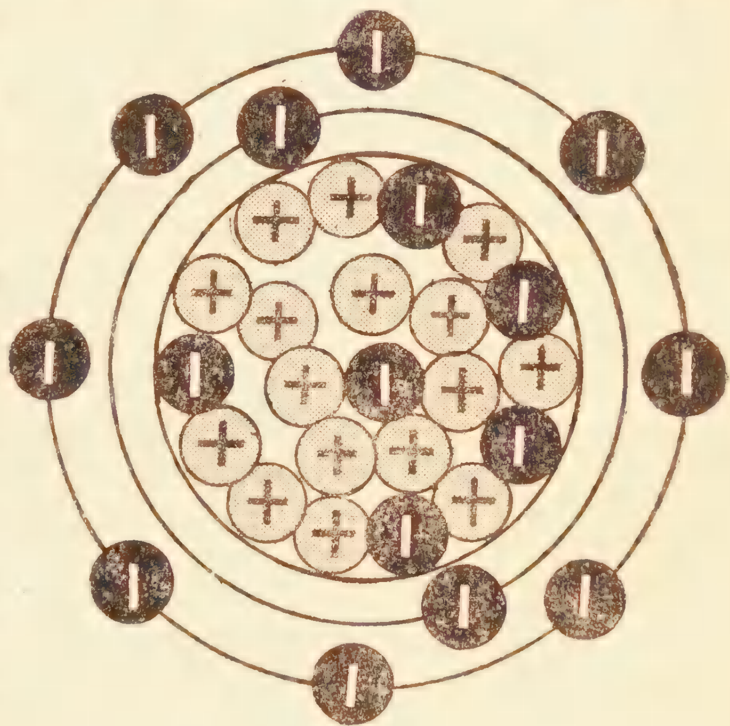
என்றேனும் சொல்லாம். அதைச் சுற்றி மிகவும் நுண்ணிய சில ஓடிக்கொண்டிருக்கின்றன. இவற்றை எலேக்ட்ரான்கள் என்கிறார்கள். இவை யாவும் எதிர் மின்சார ஏற்றம் உடையன. ஆதலால் இவற்றை எதிர்மின்னணுக்கள் என்று சொல்லலாம். கருமின்னணுவைச் சுற்றி இவை இடைவிடாது ஓடிக்கொண்டேயிருக்கின்றன. கருமின்னணுவுக்கும் அதைச் சுற்றியோடும் எதிர் மின்னணுக்களுக்கும் இடையே வெறும் வெட்ட வெளி இருக்கிறது — சூரியனுக்கும் பூமிக்கும், சூரியனுக்கும் வியாழனுக்கும், சூரியனுக்கும் அதைச் சுற்றியோடும் ப்ளூட்டோவுக்கும் இடையே இருப்பது போல. இவ் விஷயங்களைக் கண்டு பிடித்தவர் ஜே. ஜே. தாம்ஸன் என்பவர். சில அணுக்களின் பொது அமைப்பைப் படங்களில் காட்டியிருக்கிறது.



313. நைட்ராஜன் அணு

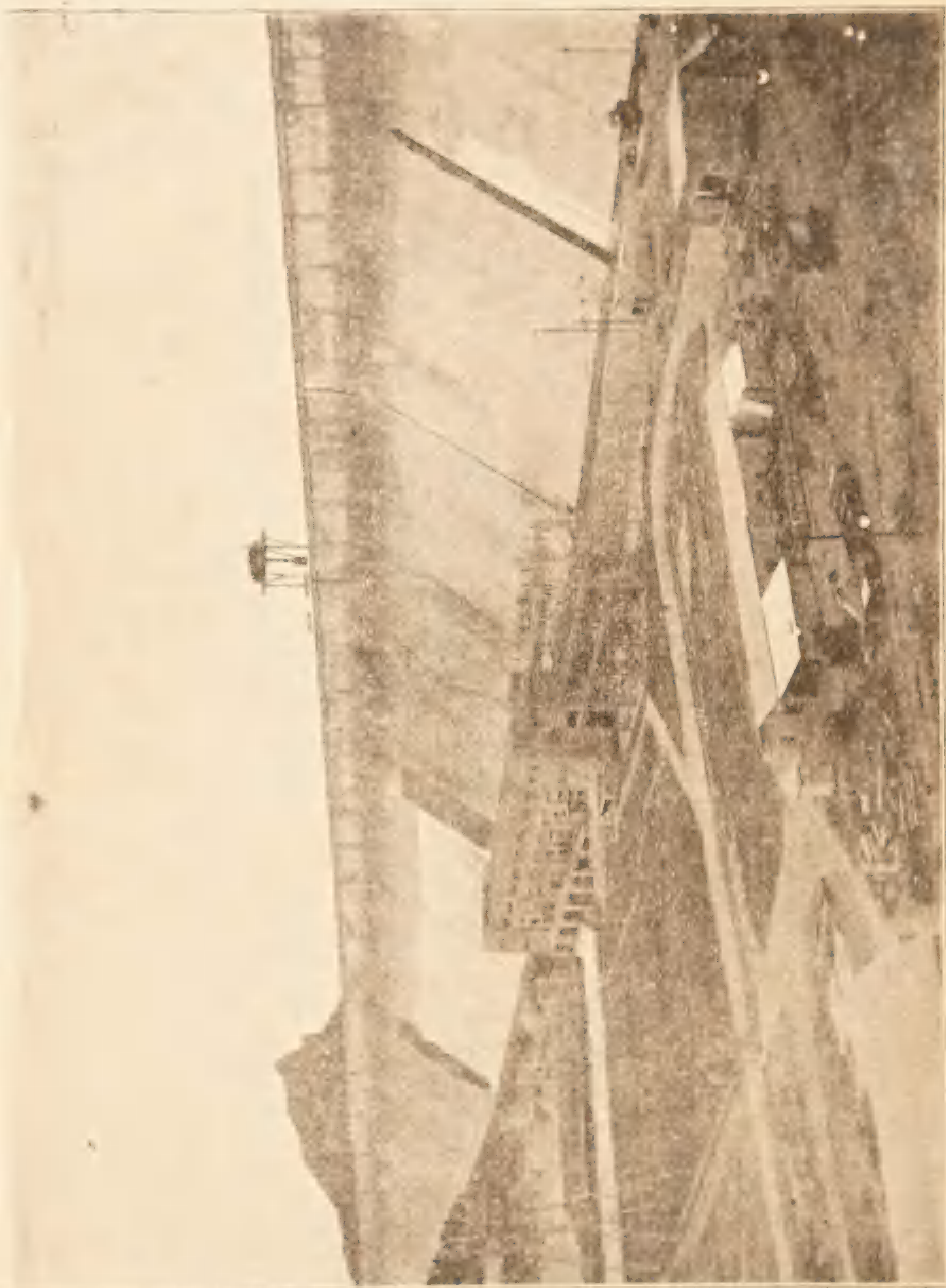
பூமிக்கும் சூரியனுக்கும் இடையே உள்ள இடைவெளியின் அளவைக் காட்டிலும் பூமி எத்தனை பெரிது! சூரிய மண்டலத்தின் விரிவை நினைக்கும்போது, அதிலுள்ள சூரியனும் கிரகங்களும் எத்துணை சிறியவை! சூரிய மண்டலத்திலே உள்ள பொருள்களைக் காட்டிலும், அப்பொருள்களின் இடையேயுள்ள வெறும் வெளியானது அளவில்

எத்தனை மடங்கு அதிகம்! சூரியனைச் சுற்றியோடும் ஒன்பது கிரகங்களுள் எல்லாவற்றுக்கும் வெளிப்புறமாக உள்ளது ப்ளுட்டோ என்னும் ஒரு சிறு கிரகம். இது பூமியைக் காட்டிலும் சிறியது. இது சூரியனிடமிருந்து முந்நூற்றறுபத்தாறு கோடி மைல்களுக்கு அப்பாலிருந்துகொண்டு அதைச் சுற்றி ஓடிக் கொண்டிருக்கிறது. எழுநூற்று முப்பத்து மூன்றுகோடி மைல் குறுக்களவுள்ள இந்தச் சூரிய மண்டலத்தின் அளவை நினைக்கும் போது எண்ணாயிரம் மைல் குறுக்களவு கூட இல்லாத நமது பூமி எத்தனை சிறியது!



314. ஆக்ஸிஜன் அணு

அணுவின் அளவையும் அதிலுள்ள எதிர் மின்னணுவின் அளவையும் ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது இத்தனை திகைப்பாகத் தான் இருக்கும். எட்டு மைல் சுற்றளவுள்ள ஒரு தோட்டத்துக்கு ஈடாக அணுவை ஒப்பிட்டால், அதிலே கிடக்கும் ஓர் எலுமிச்சம் பழத்துக்கு எதிர் மின்னணுவை ஒப்பிடலாம். பத்துக்கோடி எதிர் மின்னணுக்களத்தனை பெரிது ஓர் அணு. எதிர் மின்னணுக்களை வரிசையாக அடுக்கிக் கொண்டேபோனால் ஓர் அங்குல நீளம் ஆவதற்கு பதினாறு லக்ஷங் கோடி எதிர் மின்னணுக்கள் வேண்டியிருக்கும்.



இந்த எண்களை வாயால் சொல்லுவது எளிது. ஆயினும் இவற்றை மனத்தால் கிரகிப்பது கஷ்டம். ஓர் உதாரணத்தால் இந்த எண்ணின் பெருமையை விளக்கலாம். பெரிய மாடி அறை ஒன்றிலே லக்ஷம் நெல்லிக் காய்களைக் கொட்டியிருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். தண்ணீர்க் குழாயினின்று தண்ணீர் சொட்டுச்சொட்டாகச் சொட்டுவதுபோல், ஸெகண்டுக்கு ஒரு நெல்லிக்காய் வீதம் அதன் அடிப்புறத்திலிருக்கும் ஒரு துவாரத்தின் வழி நெல்லிக் காய்கள் வெளியே வருகின்றன என்றும் வைத்துக் கொள்ளுவோம். அறையிலுள்ள லக்ஷம் காய்களும் வெளியே வரப் பதினொரு நாளுக்கு மேலாகும். அதே அறையில் லக்ஷம் நெல்லிக் காய்களுக்குப் பதில் கோடி நெல்லிக் காய்கள் இருந்தால் அவை அறையினின்று வெளியே வந்து சேர மூன்று வருஷத்துக்கு மேல் ஆகும். அந்த அறையில் பதினாறு லக்ஷம் கோடி நெல்லிக் காய்கள் அடங்கி யிருக்கின்றன என்று வைத்துக்கொண்டால், (அவை அறையில் அடங்கா என்பது உறுதி) அவை வெளியே வருவதற்கு ஐம்பது லக்ஷம் வருஷத்துக்குமேல் ஆகும்!

அத்துணை சிறியதாயும், அத்துணை பெரியதாயும் உள்ள அணுவின் நடுமையத்திலே நடுமின்னணு ஒன்று இருக்கிறது என்றோம். அதன் அமைப்பு எத்தன்மையது? நடுமின்னணுவிலே சாதாரணமாய் இரண்டுவகை மின்னணுக்களும் காணப்படுகின்றன. நேர்மின்னணுவும் எதிர்மின்னணுவும் அதிலே பொருந்தியிருக்கின்றன. இவை இரண்டும் சேர்ந்த நடுமின்னணுவானது எதிர்மின்னணுவைக் காட்டிலும் எடையிலும் அளவிலும் பெரிது. நடு

மின்னணுவின் அளவைக் கோயிலுக்கு ஒப்பிட்டால் எதிர் மின்னணுவின் அளவை அதிலிருக்கும் வௌவாலுக்கு ஒப்பிடலாம். நடுமின்னணுவை நந்தவனத்துக்கு ஒப்பிட்டால், எதிர்மின்னணுவை நந்தவனத்திலிருக்கும் வண்டுக்கு ஒப்பிடலாம். இவ்வாறெல்லாம் விஞ்ஞானிகள் சொல்லுகிறார்கள்.

நேர் மின்னணுவின் அளவைப்பற்றி உறுதியாகத் தெரியவில்லை. எதிர் மின்னணுவைக்காட்டிலும் நூறு மடங்கு பெரிது என்று சிலர் சொல்லுகிறார்கள். இதன் அளவு என்னவாயினும், இதன் எடை எதிர் மின்னணுவைக் காட்டிலும் ஆயிரத்து எண்ணூறு மடங்கு அதிகம் என்று உறுதியாகச் சொல்லுகிறார்கள். இதை ப்ரோட்டான் என்கிறார்கள்.

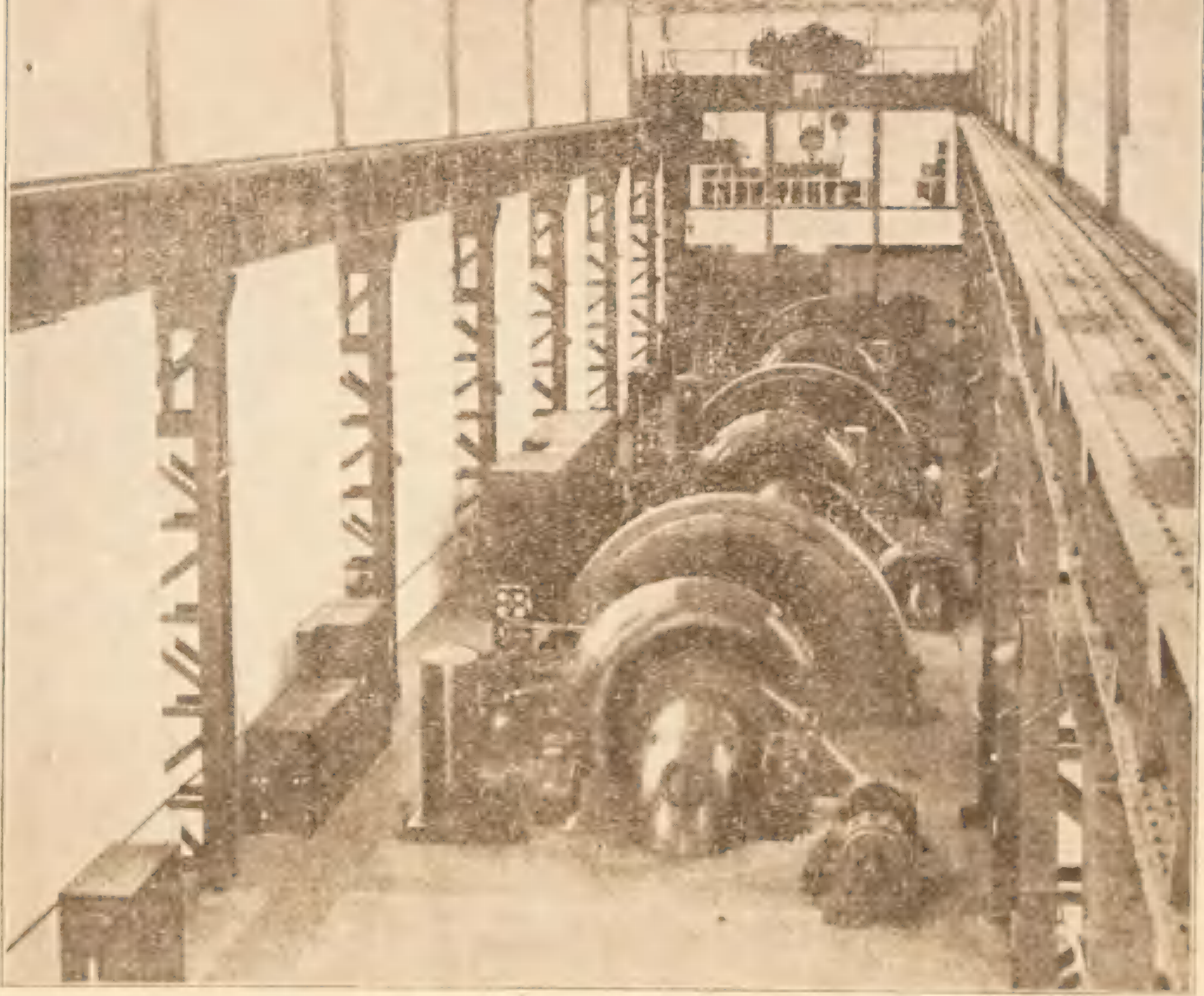
நேர் மின்னணுவிலே நேர் மின்சாரம் காணப் படுகிறது; எதிர் மின்னணுவிலே எதிர் மின்சாரம் காணப் படுகிறது. இவைதாம் பொருள்; இவைதாம் சக்தியும். இவை இரண்டுமாகச் சேர்ந்துதான் அணுக்கள் யாவும் உண்டாகின்றன. இவற்றின் தன்மைகள் முழுவதையும் சிறந்த விஞ்ஞானிகள் ஆராய்ந்து, ஆராய்ந்து அறிய முயன்றுகொண்டு வருகிறார்கள்.

மின்சாரம் ஏறுதல்

அம்பரைக் கம்பளியால் தேய்க்கும்போது அவை இரண்டும் நெருங்கி உராய்வதால், கம்பளியிலிருந்து சில மின்சார அணுக்கள் பெயர்ந்து அம்பரில் வந்து படிந்துவிடுகின்றன. இம்மின்னணுக்களுக்கு எதிர் மின்சார சக்தி வாய்ந்துள்ளபடியால், அதுவரை மின்சார குணமற்றிருந்த

அம்பர் இம்மின்னணுக்களை மிகுதியாகப் பெற்றதும் எதிர் மின்சார குணம் மிகுந்து தோன்றுகிறது. ஆதலால் அதிலே எதிர் மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறது என்று சொல்லுகிறோம். எதிர் மின்னணுக்களை இழந்த கம்பளியிலே சரிசமமாயிருந்த மின்சார நிலை மாறிப்போகிறது. அதன் எதிர் மின்சாரத்தின் அளவு குறையவே அதிலே நேர்மின்சாரம் மேலிட்டுத் தோன்றுகிறது. ஆகலால் அதில் நேர்மின்சாரம் ஏறியிருக்கிறது என்று சொல்லுகிறோம். இதே வகையான நிகழ்ச்சிதான் பட்டுத் துணியைக்கொண்டு கண்ணாடியைத் தேய்க்கும்போதும் நிகழ்கிறது. அப்பொழுது, கண்ணாடியிலிருந்து சில மின்னணுக்கள் பெயர்ந்துபோய்ப் பட்டுத்துணியில் படிகின்றன. ஆதலால் கண்ணாடியிலே எதிர் மின்சார குணம் குறைந்துபோகிறது; அதில் நேர்மின்சாரம் மேலிட்டுத் தோன்றுகிறது. அதனால் அது நேர் மின்சாரம் ஏறியதாகிறது ; பட்டுத் துணியிலே எதிர் மின்சாரம் ஏறுகிறது.

ஆகவே, மின்சாரம் ஏற்றுவது என்பது என்னவென்றால் மின்னணுக்களை இடமாற்றுவதே யாகும். மின்சாரம் என்பது புதிதாகச் சிருஷ்டிக்கப்படும் ஒரு சக்தி அன்று. நாம் மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதில்லை ; மின்னணுக்களை இடம் மாற்றுகிறோமே தவிர வேறில்லை. ஓரிடத்தில் மின்னணுக்கள் படிந்து எதிர் மின்சாரம் தோன்றினால், மற்றோர் இடத்திலிருந்து அவை நீங்கியிருக்க வேண்டும் என்பதும், அவை நீங்கிய இடத்திலே நேர் மின்சாரம் காணப்படும் என்பதும் உறுதி. பிரபஞ்சத்திலுள்ள மின்சாரத்தின் மொத்த அளவை மாற்ற முடியாது. அதைப் பெருக்கவும் குறைக்கவும் முடியாது. முடிவதெல்லாம் அதை இடம் மாறி இருக்கச் செய்வதே யாகும்.

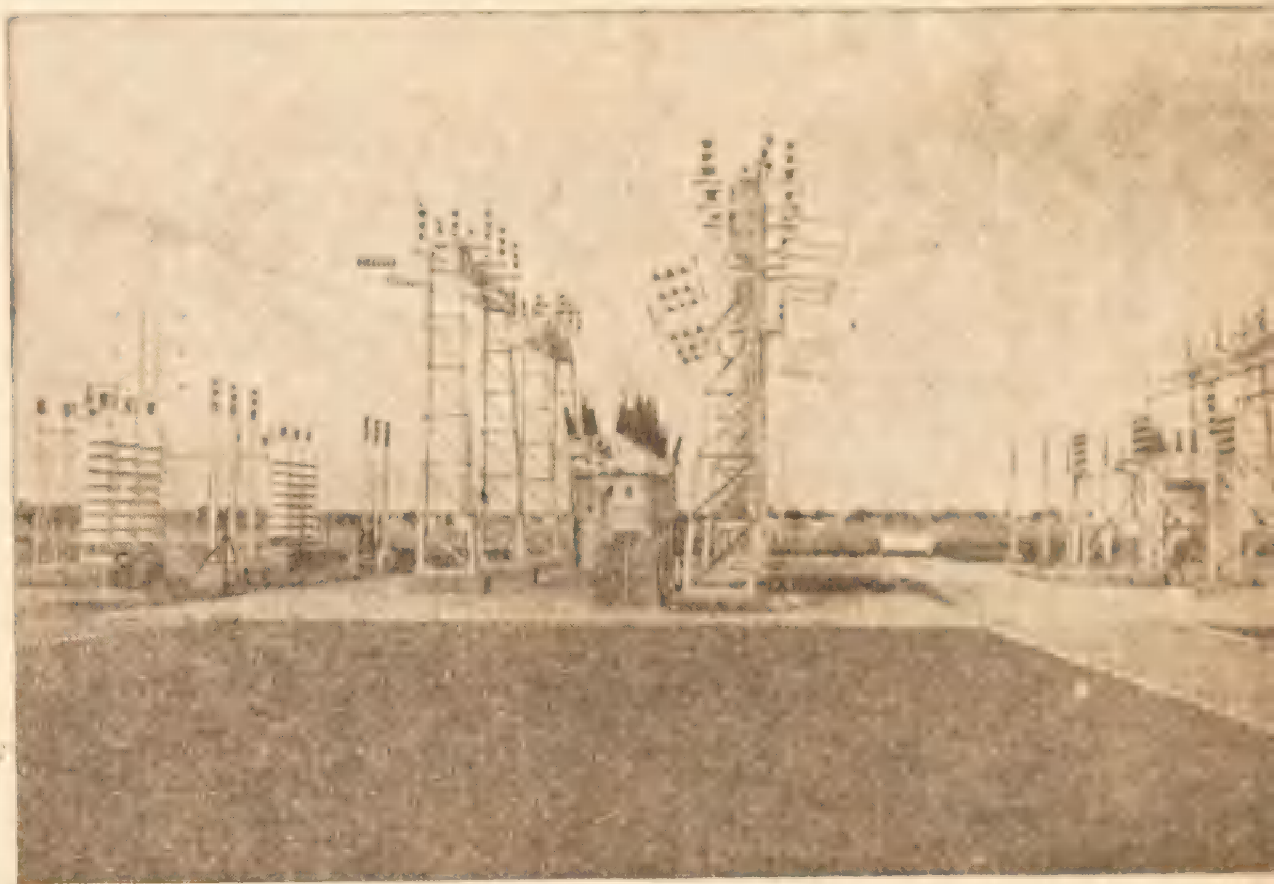


316. மேட்டூர் மின்சாரம் இயற்றும் எந்திரசாலையின் உட்புறத் தோற்றம்

நீண்டி மின்சாரம் ஏற்றுதல்

மின்சாரம் ஏறிய எபனைட் கோலிலே அதிகப்படியாக மின்னணுக்கள் வந்து ஏறியபடியால் அதிலே நேர் மின்சாரத்தைக் காட்டிலும் எதிர்மின்சாரம் அதிகமாகிறது என்றோம். கோலின் சாதாரண நிலையிலே, அதிலே நேர்மின்னணுக்களும் எதிர்மின்னணுக்களும் தொகையிலும் மின்சார சக்தியின் அளவிலும் ஒன்றுபோலிருந்தன. ஆகையால், ஒன்றுக்கொன்று ஈடாயிருந்த அவை, ஒன்றோடொன்று கை கோத்துக்கொண்டு ஜோடி ஜோடியாய் இருந்தன என்று சொல்லக்கூடிய நிலைமை அக் கோலிலே இருந்தது. இப்பொழுது புதிதாய்க் குடியேறிய மின்னணுக்கள் யாவும் ஒரே வகையான மின்சார சக்தியைப் பெற்றுள்ளன. ஆதலால், இவை ஒன்றோடொன்று ஒட்டாமல், ஒதுங்கி நிற்க முயலுகின்றன. ஒன்றையொன்று தள்ளுகின்றன. ஒன்றை விட்டு ஒன்று எவ்வளவு தூரம் விலகி நிற்கமுடியுமோ அவ்வளவு தூரம் விலகியிருக்க முயன்றுகொண்டே யிருக்கின்றன. எதிர் மின்சாரம் ஏறிய பொருள் ஒவ்வொன்றிலும் காணப்படும் நிலை இதுதான்.

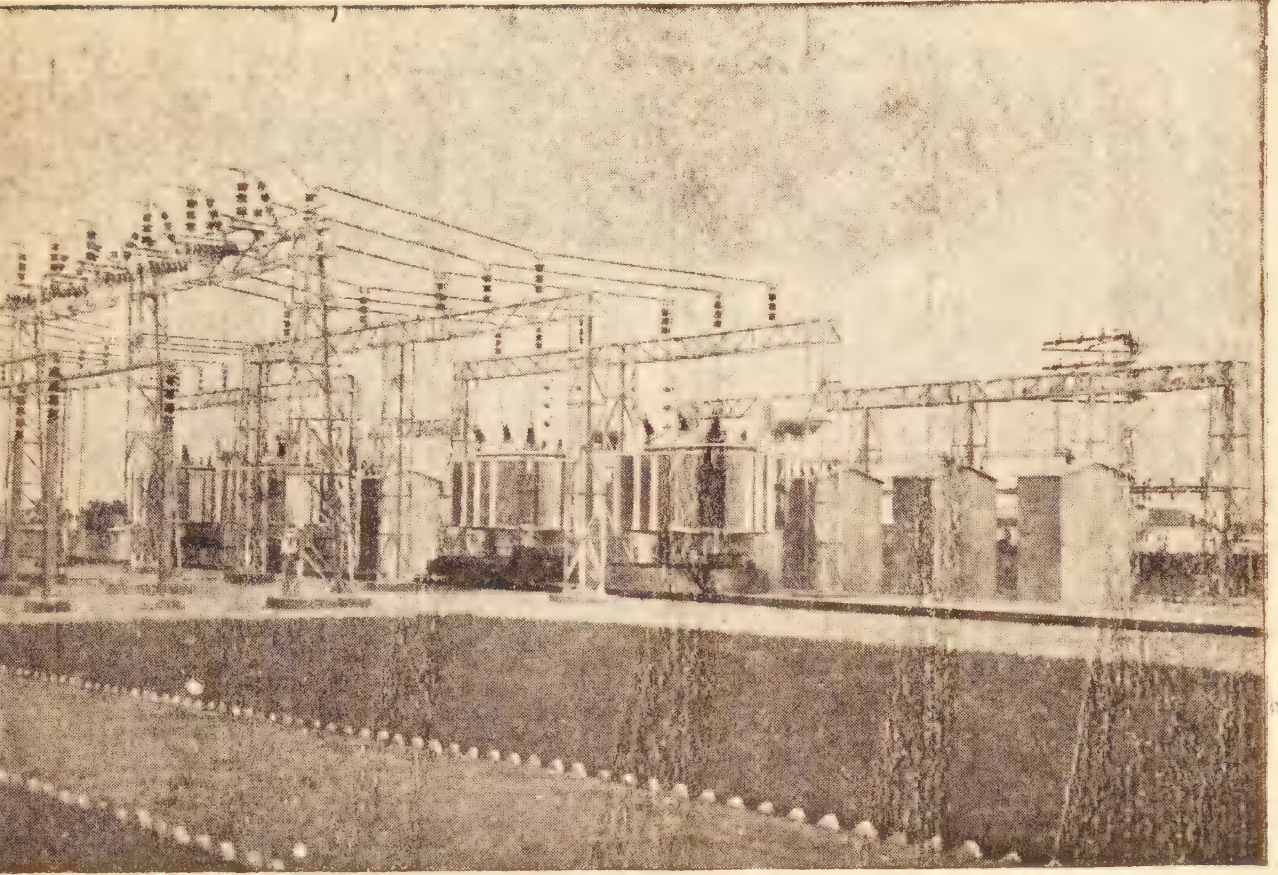
திருநாளுக்குப் போகும் ஜனங்கள் இடம் கிடைக்காமல், ரயில் வண்டி ஒன்றில் அளவுக்கு மிஞ்சி ஏறி நெருங்கி உட்கார்ந்து கொண்டிருக்கும் நிலைக்கு இதை ஒப்பிடலாம். கூட்டம் அதிகமாயிருக்கிறதென்று பார்த்த ரயில் அதிகாரிகள் காலிவண்டி ஒன்றை வண்டித் தொடரோடு சேர்த்தால் என்ன ஆகும்? ஜனநெருக்கம் அதிகமாயிருந்த வண்டியின் கதவோரங்களில் உட்கார்ந்திருக்கும் ஜனங்கள்



317. கோயம்புத்தூர் :

அவசர அவசரமாய்க் கீழிறங்கி, ஓடி, காலி யாயிருக்கும் புதுவண்டியில் ஏறிக்கொள்வார்கள். நெருக்கம் மிகுந்த வண்டியில் நெருக்கம் குறையும். ஆளில்லாதிருந்த காலி வண்டியில் ஆட்கள் இருக்கும். அல்லவா ?

அதைப் போலவே எதிர் மின்சாரம் ஏறிய, அதாவது எதிர்மின்னணுக்கள் கூட்டமாக நெருங்கிய பொருளைக் கொண்டு, (உதாரணமாகக் கம்பளியால் தேய்த்த அரக்குக் கோலைக்கொண்டு) அலுமினியத் தகடு பொதிந்த, கடைச்சி போன்ற, வேறொரு பொருளைத் தீண்டுவோமானால் ரயிலில் நடப்பதைப் போன்ற நிகழ்ச்சிதான் நடக்கும். ஒன்றை யொன்று தொடாமல், வெறித்து, விலகி நிற்கும் எதிர் மின்னணுக்களிற் சில, சமயம் கிடைத்ததென்று, புதுப்



மின்சாரத்தை வரவேற்கும் இடம்

பொருளில் பாய்ந்து ஏறுகின்றன. பாயவும், அரக்குக் கோலில் முன்னிருந்த அளவைக் காட்டிலும் எதிர் மின் சாரசக்தி குறைகிறது. நடுநிலைமையை உடையதாயிருந்த புதுப் பொருளாகிய கடைச்சி இப்பொழுது எதிர் மின்சார சக்தி யுடையதாய்க் காணப்படுகிறது.

பட்டுத் துணியால் தேய்த்த கண்ணடிக்கோல் ஒன்றை அலுமினியத் தகட்டினல் மூடிய கடைச்சியண்டையில் கொண்டுவந்து அதைத் தொடும்போதும், இதேமாதிரியான நிகழ்ச்சிதான் நடக்கிறது. ஒன்றே ஒன்றில் மட்டிலும்தான் வித்தியாசம்—அதாவது மின்சாரத்தின் வகையில். கண்ணடிக்கோலில் உள்ள மின்சாரம் நேர்மின்சாரம். அப்படி என்றல் அதிலே எதிர்மின்னணுக்கள் குறைவு. அப்பேர்ப்



பட்ட நிலையிலுள்ள கோலானது கடைச்சியைத் தொட்டதும், கடைச்சியிலுள்ள எதிர்மின்னணுக்களிற் சில அதிலே வந்து ஏறிவிடுகின்றன. கடைச்சியில் ஏறுவே எதிர் மின்னணுக்கள் சற்றுக் குறைகின்றன. எதிர் மின்சார சக்தி பொருந்திய எதிர் மின்னணுக்கள் குறைவுபடவும், மின்சார நடுநிலையிலிருந்த கடைச்சியில் நேர் மின்சாரம் சற்றே மிகுகிறது. கடைச்சியும் நேர் மின்சார சக்தி உடையதாகிறது.

ஆதலால், மின்சாரம் ஏறிய பொருள் ஒன்றினல் வேறொரு பொருளைத் தீண்டினல், தீண்டப்படும் பொருளிலும் மின்சாரம் ஏறும். அப்படி ஏறும்போது, தீண்டும் பொருளில் எந்த வகை மின்சாரம் இருக்கிறதோ அதே வகையான மின்சாரம்தான் தீண்டப்படும் பொருளும் பெறும். ஆதலால் தீண்டுவதால் உண்டாவது ஒத்த மின்சாரம்.



319. வோல்ட்டா அமைத்த 'கிண்ணக் கிரீடம்'

24. மின்சார ஓட்டம் என்றால் என்ன?

வாய்க்காலின் வழியாகச் சலசலவென்று ஓடும் நீரை நாம் பார்க்கிறோம். வாய்க்கால் நீர் மேட்டு நிலத்திலிருந்து பள்ளத்துக்குப் பாயும் என்பதை அறிவோம். மின்சாரத்தின் தன்மைகள் பல விஷயங்களில் நீரின் தன்மைகளை ஒத்திருக்கின்றன என்று சொல்லிக்கொண்டே வந்திருக்கிறோம். அப்படியானால் நீரோட்டத்தைப் போன்றதுதானா மின்சார ஓட்டமும்? இல்லை.

இப்பொழுது வேறோர் ஓட்டத்தைப் பார்ப்போம். குளத்திலே கல்லை எறிந்தால் அலை தோன்றுகிறது; நாலு பக்கமும் வட்டமிட்டு ஓடுகிறது. அந்த அலையோட்டத்திலே நீர் ஓடுவதில்லை. நின்ற இடத்திலேயே நீர் மேலுங் கீழுமாகக் குதிக்கிறது. அலை எனப்படும் அசைவு மட்டிலும் ஓடுகிறது. அதைப் போலவா மின்சார ஓட்டமும்? அதுவும் இல்லை. பின் எதைப் போன்றது?

ஒரு வீட்டில் மேல் மாடி கட்டுகிறார்கள். கட்டட வேலை துரிதமாக நடந்துகொண்டிருக்கிறது. கொற்றர்கள் வெகு சுறுசுறுப்பாக வேலை செய்கிறார்கள். 'செங்கல், செங்கல்' என்று கத்துகிறார்கள். செங்கல்லைக் கூடையில் வைத்து ஏணிப்படி ஏறித் தலைச்சுமையாய் எடுத்துக் கொண்டு போவதில் வேலை தடைப் படுகிறது. ஏறுவதும், இறங்குவதும் சிரமம். ஒருவர் ஏறும்போது மற்றொருவர் ஏணிவழியாக இறங்கமுடிவதில்லை. அப்போது என்ன செய்கிறார்கள்? ஏணியிலே நாலைந்து படிக்கு ஒருவராகச் சிலர்

நின்றுகொள்ளுகிறார்கள். கீழிருந்து ஒருத்தி செங்கல்லைக் கையிலெடுத்து மேலே வீசுகிறாள். அங்கே நாலாம் படியில் நின்றுகொண்டிருப்பவள் அதைப்பிடித்து இன்னும் உயர ஏறிகிறாள்.. எட்டாம் படியிலுள்ளவள் அதைப்பிடித்து இன்னும் உயர வீசுகிறாள். மேல் படியிலுள்ளவள் அதைப் பிடித்து உயரச் சேர்க்கிறாள். இப்படியாகச் செங்கல் வெகு துரிதமாக மாடிக்குப்போய்ச் சேருகிறது. ஒருவரும் தாம் இருக்கும் இடத்தைவிட்டு நகருவதில்லை. செங்கல் ஓட்டம் மட்டிலும் நடந்துகொண்டே யிருக்கிறது. மின் சார ஓட்டத்திலும் கிட்டத்தட்ட இதே மாதிரியான நிகழ்ச்சிதான் நடக்கிறது.

மின்சாரக் கலத்திலே ஒரு முனையினின்று எதிர்மின் னணுக்கள் புறப்பட்டுச் செப்புக் கம்பி வழியாக வெளியேற முயலுகின்றன. ஆனால் செப்புக் கம்பியிலே எதிர்மின் னணுக்கள் கோடானுகோடிக் கணக்காக இருக்கின்றன. கூட்டம் அதிகம். ஆதலால் இவற்றுள் புகுந்து ஊடுருவிப் போக முயலும் மின்னணுக்களுக்கு வழி அவ்வளவு சௌகரியமில்லை. அதிலும் எத்தனை மின்னணுக்கள் இவ்வாறு போக முயலுகின்றன தெரியுமா ? ஸெகண்டுக்கு ஓர் ஆம்பேர் வீதம் ஓடும் மின்சார ஓட்டத்திலே, 6,280,000,000,000,000,000 எதிர்மின்னணுக்கள் ஓடுகின் றன என்று கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள். இத்தனை கூட்டமும் கம்பியிலுள்ள மின்னணுக்களின் ஊடே புகுந்து ஓடுவது எப்படி? என்ன நிகழ்கிறது என்றால் இவற்றுள் ஒன்று ஓடப்புறப்பட்டதும், வழியிலுள்ள வேறு ஏதாவது ஒரு எதிர் மின்னணுவின் மேலே மோதுகிறது. மோதுற்ற அந்த எதிர் மின்னணுவும் முன்னே ஓடிப்போவதற்கில்லை.



320. நைய்கரா : மின்சாரத்தை இயற்றும் எந்திரங்களை-
உடைய தக்கூடம்

ஏனெனில்; அதற்கு முன்னே இருக்கும் வேறொரு எதிர் மின்னணு அதைத் தடைப்படுத்திக் கொண்டிருக்கிறது. இவ்வாறே அதற்கும் நேர்கிறது. இப்படியாக அந்தச் சிறு நகர்வும் மோதுதலும், நிகழ்ந்து நிகழ்ந்து, செப்புக் கம்பியின் மறு முனையை அடைகின்றன. மறு ஓரத்தில் உள்ள மின்னணு மோதுற்றபோது, அதைத் தடைப்படுத்த ஒன்றும் இல்லையாதலால், திண்ணை விளிம்போரத்தில் உள்ள ஒருவன் கீழே தள்ளப்படுவதுபோல், அது வெளியே தள்ளப்படுகிறது. இவ்வாறு வெகு துரிதமாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் நடைபெறுகிறது. இதுதான் மின்சார ஓட்டம் என்பது. எதிர்மின்னணுக்கள் ஆடும் நாலு மூலைத்தாய்ச்சி என்று இதைச் சொல்லலாமா?

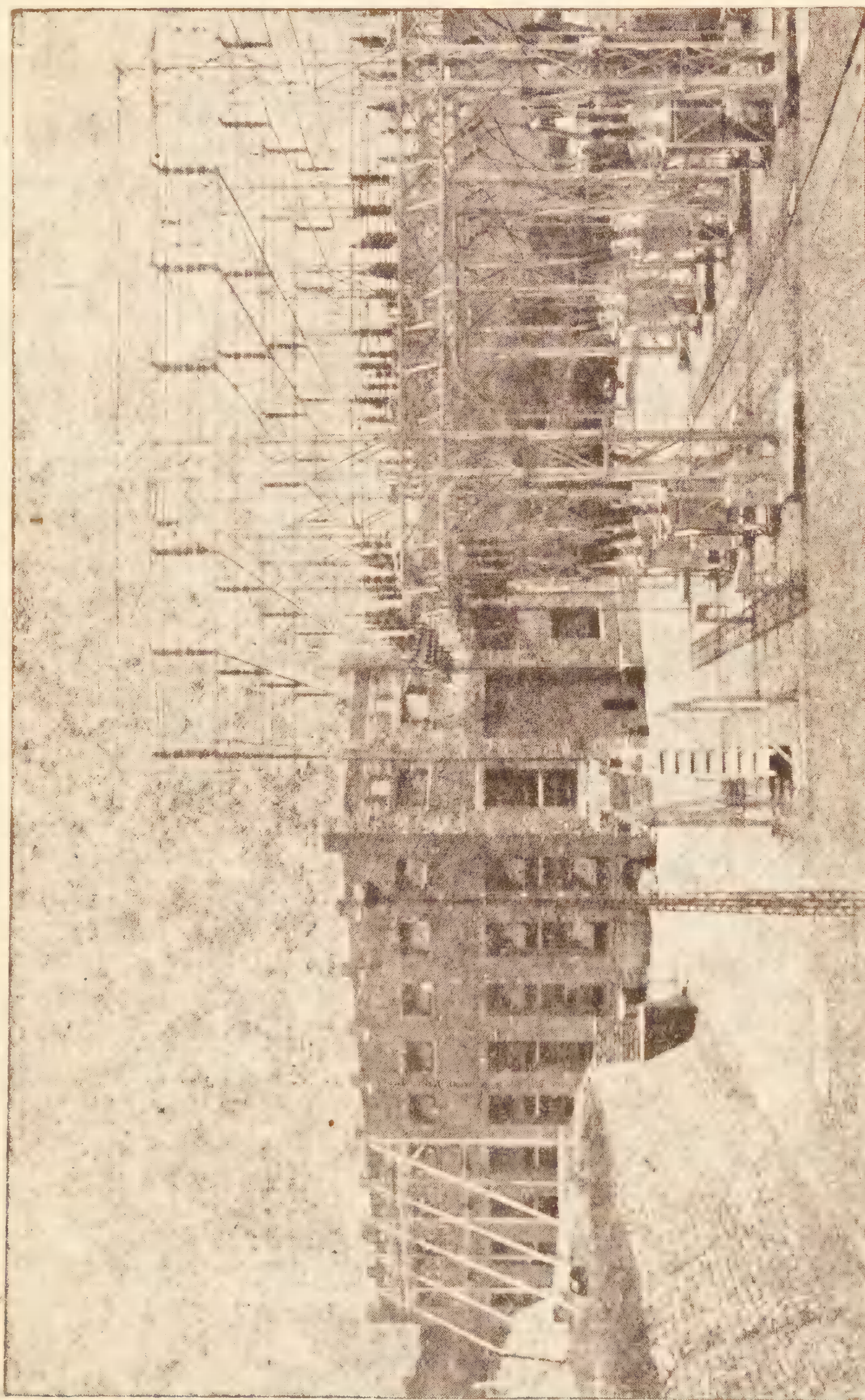
தப்பாகப் பெயர் வைத்தல்

எதிர் மின்னணுக்களின் அசைவும் இயக்கமுமாகக் கலந்த மின்சார ஓட்டம் எங்கிருந்து எங்கே நடைபெறுகிறது? செம்பும் துத்தநாகமும் கொண்ட மின்சாரக் கலத்தில் துத்தநாகத் தகட்டின் வெளி முனையிலிருந்து, செம்புக் கம்பியின் வழியாக, செம்புத் தகட்டை நோக்கி எதிர் மின்னணுக்கள் ஓடுகின்றன.

என்ன, இது விபரீதமாக இருக்கிறதே! நேர் மின் முனையாகிய செம்புத் தகட்டிலிருந்து எதிர் மின்முனையாகிய துத்தநாகத் தகட்டை நோக்கி மின்சாரம் ஓடுகிறது என்றல்லவோ சொல்லிவந்தோம். இது என்ன? பிசகா? என்று கேட்கலாம்.

ஆமாம். இது ஒரு பிசகினால்தான் ஏற்பட்டது. இரண்டு வகையான மின்சாரங்களுக்கும் பெயர் வைத்தவர்

பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளின். அவர் பெயர் வைக்கும்போது மின்சாரத்தைப் பற்றிய விஷயங்கள் அவ்வளவு தெரியா. கண்ணாடியைப் பட்டுத்துணியால் தேய்த்தபோது, கண்ணாடியில் மின்சாரம் ஏறுகிறது; மின்சாரம் ஏறிய பொருள் பூமியில் பட்டால் உடனே மின்சாரம் இறங்கிவிடுகிறது என்றோம் அல்லவா ? இவ்விஷயத்தைக் கவனித்த ப்ராங்க்ளின் மின்சாரம் ஏறும் போது கண்ணாடியில் ஏதோ ஒன்று வந்து சேருகிறது : மின்சாரம் இறங்கும்போது அது பூமியில் வந்து சேர்ந்து விடுகிறது என்று நினைத்தார். அதனால், அப்படி வந்து சேரும் மின்சாரத்திற்குப் பாஸிடிவ் மின்சாரம் என்று பெயரிட்டார். யதார்த்தத்தில் கண்ணாடியிலிருந்து எதிர்மின்னணுக்கள் சில வெளியேறி, அதிலே எதிர்மின்சாரம் குறைந்து போனபோது தான் அது நேர்மின்சாரம் உடையதாகிறது. ஆதலால் ப்ராங்க்ளின் கண்ணாடியில் ஏதோ சில வந்து சேர்ந்ததாக நினைத்தது தவறு. கண்ணாடியிலிருந்து மின்சார ஓட்டம் பூமியை நோக்கி நடைபெறுகிறது என்று நினைத்ததும் தவறு. வாஸ்தவத்தில் கண்ணாடி பூமியைத் தொடும் போது, பூமியிலிருந்து எதிர் மின்னணுக்கள் ஓடிச் சென்று கண்ணாடியிலுள்ள குறையை நிரப்புகின்றன. யதார்த்தத்தில், மின்சார ஓட்டம் அவர் நினைத்ததற்கு எதிர்ப் போக்காக நடைபெறுகிறது. மிகச் சிறந்த விஞ்ஞானியாகிய பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளினை நாம் இக்காலத்தில் குறை சொல்லுவது நியாயமாகாது. ஒன்றும் நன்றாகத் தெரியாத நாளில் பள்ளத்தைமேடாக நினைத்தார் பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளின் — துரியோதனன் இந்திரப் பிரஸ்தத்தில் நினைத்த கதை போல. மயனுடைய சிற்பத்தின் திறமையால் துரியோத



321. பைக்காரா: மின்சாரம் இயற்றும் எந்திரசாலையும், அழுத்தமாற்றிகள் உள்ள முற்றமும்.

வன் ஏமாற்றம் அடைந்தான். மின்சாரத்தின் இயல்பு களை முற்றிலும் சீராக அறியாத ப்ராங்க்ளின் அந்த மாதிரி யாக ஏமாந்து போனார்.

ஆனால் இப்பொழுது பெயரை மாற்றுவதற்கில்லை. வெகு நாளாக அப்பெயர் வழங்கி, வழங்கி நிலைத்துவிட்டது. மின்சாரக் கலத்திலே மின்சார ஓட்டம் செம்பிலிருந்து துத்தநாகத்துக்கு ஓடுகிறது என்றுதான் இன்னும் சொல்லிக்கொண்டு வருகிறோம். இதை மரபு மின்சார ஓட்டம் என்று சொல்லுகிறார்கள். ஆனால் எதிர் மின்னணுக்களின் ஓட்டம் துத்தநாகத்திலிருந்து செம்பை நோக்கி ஓடுகிறது என்பது எல்லா விஞ்ஞானிகளும் அறிந்த விஷயம். இதை நிஜ மின்சார ஓட்டம் என்று சொல்லலாம்.

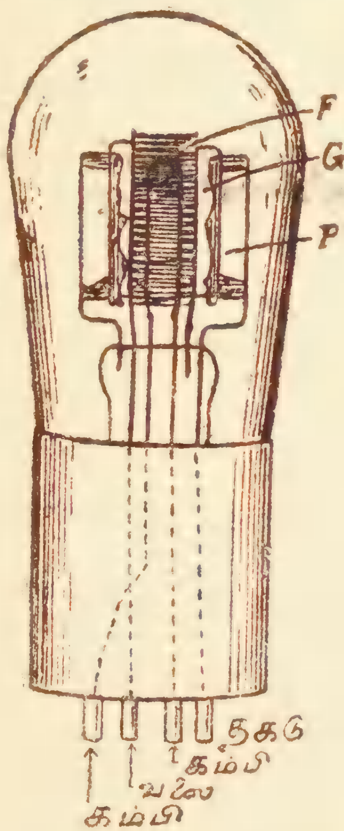
இதை ஒருவிதமாகச் சமர்த்திக்க ப்ராக் என்பவர் ஒரு வழி சொல்லிக் கொடுக்கிறார். ஒருவன் பணக்காரன், ஒருவன் ஏழை. பணக்காரன் தன்னிடமுள்ள பணம் முழுவதையும் ஏழைக்குக் கொடுக்கிறான். இந்த நிகழ்ச்சியை இரண்டு விதமாகச் சொல்லலாம் அல்லவா? செல்வம் பணக்காரனிடமிருந்து ஏழையிடம் வந்தது என்று சொல்லலாம்; அல்லது தரித்திரம் ஏழையிடமிருந்து பணக்காரனிடம் வந்தது என்று சொல்லலாம். தரித்திரம் ஏழையிடமிருந்து பணக்காரனிடம் வந்தது என்று சொல்வதைப் போலவேதான் பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளின் சொன்னதும்.

இதை எப்படிக் கண்டுபிடித்தார்கள்?

வயற் காட்டிலே நாம் வரப்பின் வழி நடந்துபோகும் போது, சிற்சில வேளைகளில் நம்மைக் கண்டு பயந்த பிராணி ஏதாவதொன்று பயிரின் ஊடே ஓடுவதைப் பார்த்திருக்கலாம். பயிரின் மேற்புறம் அலைவதிலிருந்து அதன் அடிப்

புறத்திலே ஏதோ ஒரு சிறு பிராணி ஓடுகிறது என்பது தெரியும். ஆனால் அப்படி ஓடும் பிராணி எலியா, பெருச்சாளியா, முயலா, நரியா என்பது, பயிரின் ஊடே நாம் பார்க்க முடியாததால், நமது கண்ணுக்குத் தெரியாது. பயிருக்குள்ளிருந்து வெளியே வெட்டவெளியிலே அது வருமானால் அப்போது அதைப் பார்க்க முடியும்; அதைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ளவும் இயலும். அதைப்போலவே தான் மின்சார விஷயத்திலும்.

கண்ணுக்குத் தெரியாமல் கம்பியினுள்ளே மறைந்து ஓடும் மின்சாரத்தைக் கம்பியை விட்டு வெளியேறச் செய்தால், அப்பொழுது அதைச்சோதித்து அறிவது சாத்தியமாகும். இம்மாதிரியாகக் கம்பிக்கு வெளியே மின்சாரத்தைப் போக்கி, அதைத் தோன்றச் செய்யப் பல வழிகளைக் கண்டுபிடித்திருக்கிறார்கள். உதாரணமாக, மின்சாரப்பொறி தெறிக்கும்போது, உள்ளடங்கிக் கம்பியில் பதுங்கிக் கிடந்த மின்சாரமானது வெளிப்பட்டு, காற்றின் வழியாகச் செல்லுகிறது. அப்போது அதன் தன்மையை ஆராய முடியும்.



322. வால்வு

ரேடியோக் கருவிகளுள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் வால்விலேயும் இம்மாதிரியான நிகழ்ச்சி நிகழ்கிறது. ரேடியோ, வால்வு எனப்படும் கருவியிலே கம்பியின் வழியாக ஓடும் மின்சார ஓட்டமானது அக்கருவியிலே வைத்திருக்கும் தகட்டினின்று அக்கருவியின் மற்றோர் உறுப்பாகிய கம்பிச்

சுருளுக்குப் போகும்போது, அது ஓர் இடைவெளியைத் தாண்டிப் போகவேண்டியிருக்கிறது. அந்த இடை வெளியானது காற்று மிகக்குறைவாயுள்ள காலிஇடம். இப்படிக் கம்பியை விட்டு நீங்கிப் பகிரங்கமாக அது வெளிவரும்போது, அதன் தன்மையை விஞ்ஞானிகள் ஒருவாறாகண்டு பிடித்தார்கள். அதன் இயல்பை ஆராய முயன்றவர்களுள் க்ரூக்ஸ், தாம்ஸன், மில்லிக்கன், க்ளார்க்-மாக்ஸ்வெல், வில்ஸன், ரேலி, ருதெர்போர்டு, போர் என்பவர்கள் முக்கியமானவர்கள்.



323. ரேலி

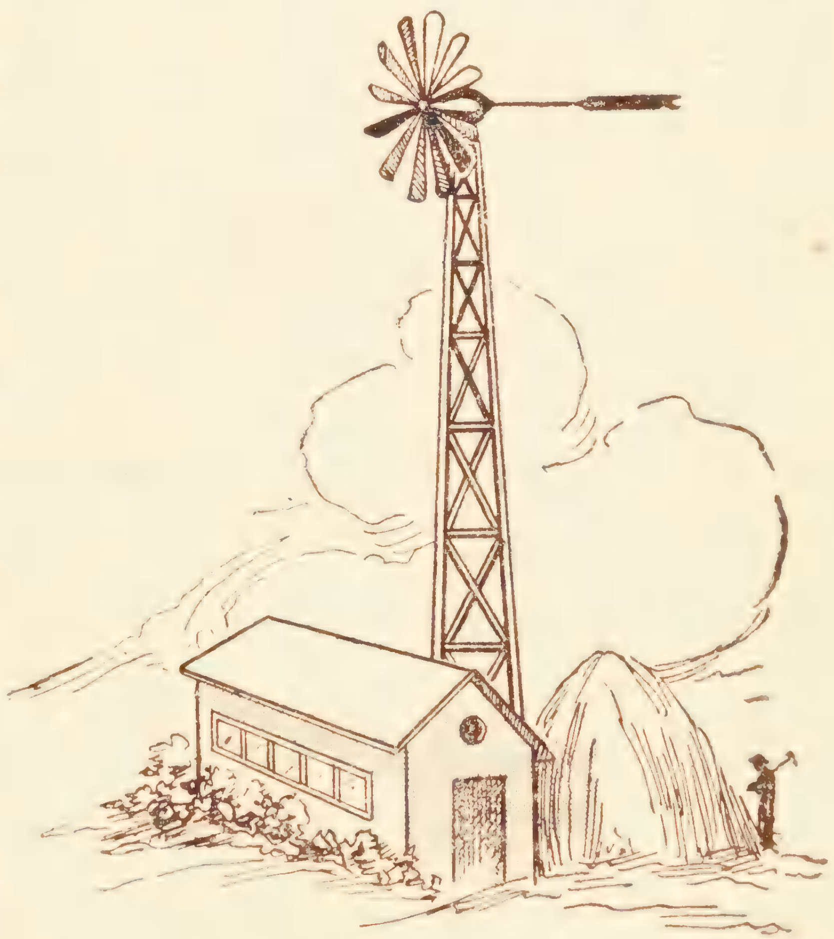
மின்சாரம் என்றால் என்ன?

மின்சாரம் என்பது என்ன? பலர் பலவிதமாய் விடையளிக்க முயன்றும் உண்மையான முடிவு என்ன என்றால் 'நமக்கு இன்னும் அதைப்பற்றி நன்றாய்த் தெரியவில்லை' என்பதுதான். ஆனால் மின்சாரத்தைப் பற்றிய விஷயங்களை நாளுக்கு நாள் மேன்மேலும் விஞ்ஞானிகள் தெரிந்துகொண்டு வருகிறார்கள். அவர்களின் உதவியால் நாமும் கொஞ்சநஞ்சம் தெரிந்துகொண்டு வருகிறோம். அதை எப்படி இயற்றுவது என்பது தெரியும்; அது என்ன என்ன விதமாய் வேலை செய்கிறது என்பதும் தெரியும். அவ்வகை அறிவினால் நாம் அதை நமது பணியாளாக ஆக்கியிருக்கிறோம். இருந்தாலும், அதன் தன்மையை நாம் இன்னும் முற்றிலும் அறியவில்லை. ஆகலால், சலிப்படையாமல் அதை அறிய முயலும் விஞ்ஞானிகளின் ஆராய்ச்சிகளையும் அவர்கள் கொள்ளும் முடிவுகளையும் நாம் ஆவலுடன் கவனித்து வருவோமாக.

25. நமது வீடும் மின்சாரமும்

மின்சாரத்தை இயற்றல்

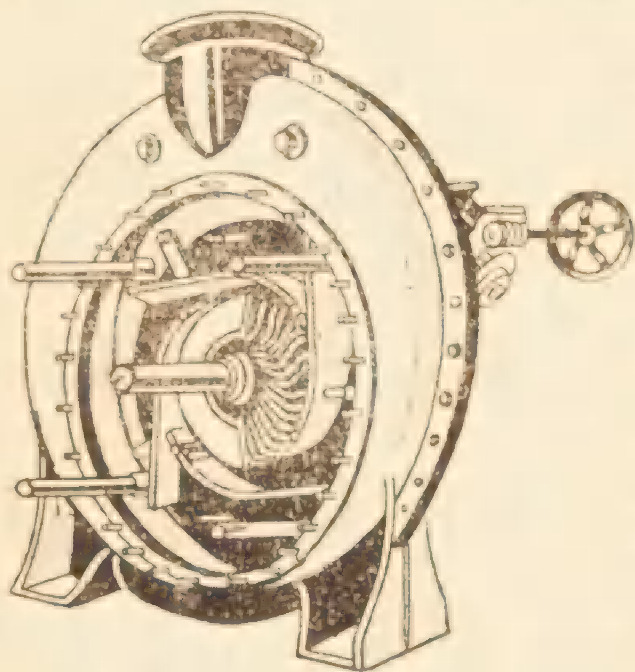
சோதனைச்சாலையில் நடக்கும் வேலைகளுக்கும் பிற காரியங்களுக்கும் வேண்டிய மின்சாரத்தைத் தேய்ப்பினாலே னும், சிறு மின்சாரக் கலத்தினாலேனும் காற்றாடியினாலே னும் இயற்றிக் கொள்ளலாம். ஆனால் வீட்டில் உள்ள காரி யங்களைச் செய்வதற்கும், தெருக்களில் விளக்கேற்றுவதற்கும், ஆபீசுகள் எந்திரசாலைகள் முதலிய இடங்களில் வேலை செய்வதற்கும் பெரியதோர் அளவில் மின்சாரம் இயற்றப் பட்டாலன்றி முடியாது. அளவும்போதாது விலையும் குறைவாயிராது.



324. காற்றினால் மின்சாரம் இயற்றல்

இவ்வாறு பெரிய அளவில் மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதற்கு முக்கியமாய் இரண்டு முறைகள் கையாளப்பட்டு வருகின்றன. நெருப்பினால் இயற்றும் முறை ஒன்று, நீரினால் இயற்றும் முறை மற்றொன்று.

சென்னை முதலிய சில ஊர்களில் நெருப்பினால்தான் மின்சாரம் இயற்றப்படுகிறது. வெப்பம் என்னும் சக்தியானது மின்சாரம் என்னும் சக்தியாக மாற்றப்படுகிறது. இவ்வகை எந்திரங்களிலே பற்பல வகைகள் உண்டு. சில வகை எந்திரங்களிலே பெட்ரோல், எண்ணெய் முதலியவற்றை எந்திரங்களின் உட்புறத்திலே புகுத்தி, அவற்றை ஆவியாக மாற்றி, நெருப்புப்பற்றி வெடிக்கச் செய்வார்கள். அந்த வெடிப்பின் வேகத்தினால் சக்கரங்களைச் சுழற்றி, டைனமோவை ஓட்டச் செய்து மின்சாரத்தை இயற்றுவார்கள். வேறு சில எந்திரங்களிலே நெருப்பைக் கொண்டு நீரைக் கொதிக்க வைத்து, நீராவியை இயற்றி அந்நீராவியால் சக்கரங்களைச் சுழலச் செய்வார்கள்—ரயில் எஞ்ஜினில் செய்வது போல். அச்சக்கரங்கள் டைனமோவைச் சுழலச் செய்து மின்சாரத்தை உண்டாக்குகின்றன.



325. இரண்டு சுருள் டர்பைன்; நீர்வீழ்ச்சியினால் மின்சாரம் இயற்றும் கருவி

பைக்காரா, மேட்டூர், சிவசமுத்திரம் முதலிய ஊர்களிலே நீரின் வீழ்ச்சியைக்கொண்டு மின்சாரத்தை இயற்றுகிறார்கள். உயர்ந்த இடத்திலிருந்து விழும் நீருக்கு உயர்ந்த பதவி காரணமாக மிகுந்த சக்தியிருக்கிறது. அந்தச் சக்தியானது மின்சாரமாக மாற்றப்படுகிறது. மலையில் மேட்டுப்

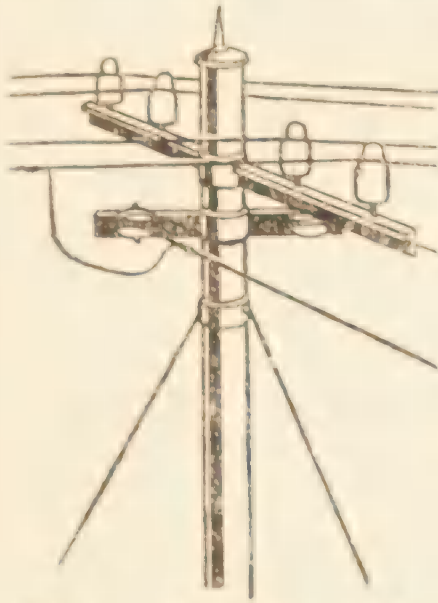
புறத்திலே நீரைத் தேக்கி, அந்நீரைக் குழாய்களின் வழியாக வேகமாய்ப் பள்ளத்தில் இறங்கச் செய்தால், அது மிகுந்த சக்தியுடன் கீழே பாய்கிறது. அந்த நீரோட்டத்துக்குக் குறுக்காகச் சுழலும் சக்கரங்களை வைக்கிறார்கள். நீரின் வீழ்ச்சி சக்கரங்களைச் சுழற்றுகிறது. சக்கரங்கள் அவற்றோடு பிணைக்கப்பட்டிருக்கும் டைனமோவைச் சுழற்றி, மின்சாரத்தை இயற்றுகின்றன. இவ்வாறுதான் சிவசமுத்திரத்திலும், பைக்காராவிலும், மேட்டூரிலும் நடக்கிறது. பாபநாசத்திலும், பள்ளிவாசலிலும் நடக்கப்போகிறது.

மின்சாரத்தைக் கொணர்தல்

இப்படி எந்திர சாலைகளில் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரம் நமது வீட்டுக்கு வந்து சேர்ந்தால் அல்லவோ நாம் அதை உபயோகிக்கலாம்? மின்சாரத்தை மூட்டையாகக் கட்டிக் கொண்டு போவது இயலாது. குழாயின் வழியாக நீரைக் கொண்டுவருவதுபோல், கம்பியின் வழியாக இதைக் கொண்டுவரலாம். ஆனால் இதை மனிதர் தொடாதபடி கொண்டுவரவேண்டும். தொட்டால், அதனால் உண்டாகும் அபாயம் ஒருபுறம் இருக்க, மின்சாரமும் வீடுவந்து சேராது; வழியிலேயே ஒழுகிப்போய்விடும். அதனால் அதை வெகு ஜாக்கிரதையாகக் கொண்டு வரவேண்டும். தலைக்கு உயரே, இருபது முப்பது அடி உயரத்திலே, கம்பங்களின் மேலே, கொண்டுபோவது ஒரு முறை. தரைக்குக் கீழே, மண்ணில் பதித்துக் கொண்டுபோவது மற்றொரு முறை. தலைக்கு உயரக் கொண்டுபோனால், சாதாரணச் செப்புக் கம்பிகளின் வழியாகக் கொண்டுபோக முடியும். காலுக்கு அடியே கொண்டுபோனால், அதற்குத் தக்க காப்பான்களிட்

டுக் காப்பாற்றவேண்டும்; இதில் செலவு அதிகம்; சிரமமும் அதிகம். ஆதலால் பெரும்பான்மையும் தலைக்கு உயரத் தான் கொண்டுபோகிறார்கள்.

இப்படிக் கொண்டுபோவதற்குச் செப்புக் கம்பிகளை உபயோகிக்கிறார்கள். மின்சார ஓட்டத்தைக் கடத்திச் செல்லும் செப்புக்கம்பிகள் மிகவும் சுத்தமான செம்பினால் செய்யப்பட்டிருக்கவேண்டும். "மட்ட" லோகத்தினால் செய்த கம்பிகளை உபயோகித்தால் மின்சாரம் வீணாய்ப்போகும்; அதன் ஓட்டமும் தடைப்படும். இவ்வாறு ஊர் ஊராகத் தெருத் தெருவாக மின்சாரத்தை எடுத்துச் செல்லுவதற்கு ஆயிரக்கணக்கான மைல் நீளமுள்ள கம்பிகள் வேண்டும். சுத்தமான செம்பின் விலை அதிகம். பஞ்சுப் பொதிகளை அழுத்தி, இறுக்கினால், குறைந்த இடத்தில் அவை அடங்குகின்றன என்று அவற்றை அழுத்தி மூட்டை கட்டி அனுப்புகிறோம். அழுத்தம் அதிகமாயிருந்தால் மின்சாரத்தை மெல்லிய கம்பியின் வழியாக ஓடச்செய்யலாம். ஆகையால் எந்திரசாலைகளில் உண்டாக்கப்படும் மின்சாரத்தின் அழுத்தத்தை இன்னும் அதிகமாக்குகிறார்கள். அநேகமாக இருபதினாயிரம் வோல்ட்டு வரை அதை உயர்த்துகிறார்கள். கொடி மரங்களைப்போல் உயர்ந்த கம்பங்களின் உச்சியில் பீங்கான் குமிழ்களை வைக்கிறார்கள். அவைகளில் செப்புக் கம்பிகளைப் படிய



326. வீட்டு வாசலில் உள்ள மின்சாரக் கம்பம்

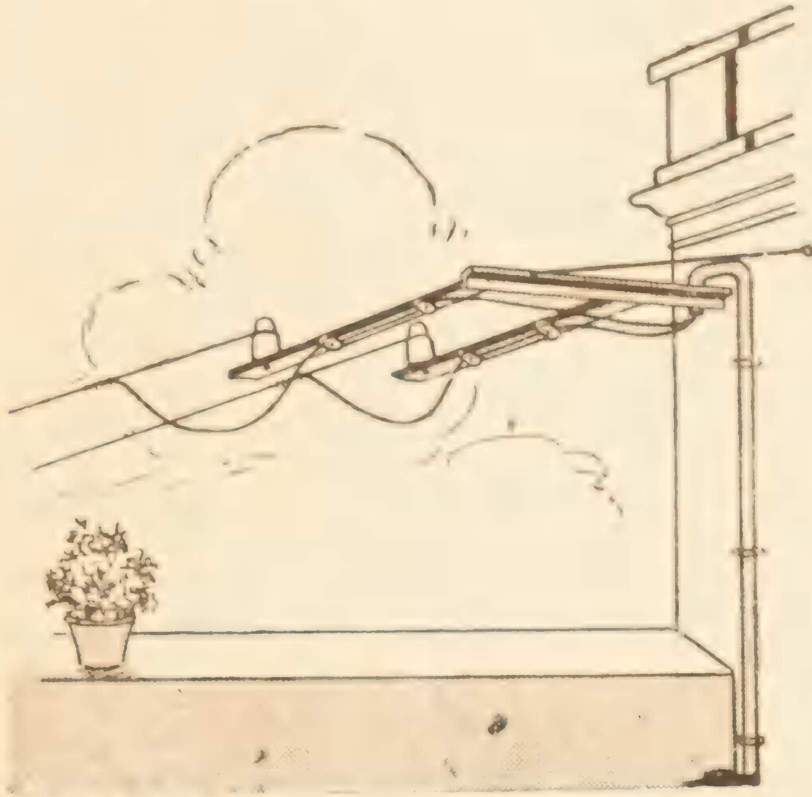
வைக்கிறார்கள். அக்கம்பிகளின் வழியாக மின்சாரமானது ஊரைவிட்டு ஊர் யாத்திரை போகிறது.

ஒவ்வோர் ஊரிலும், அங்கே வந்து சேரும் மின்சாரத்தை, அழுத்த மாற்றிகளின் உதவியைக் கொண்டு, வேண்டிய அளவு அழுத்தம் உடையதாகச் செய்துகொண்டு, தெருத்தெருவாகக் கம்பிகளில் அனுப்புகிறார்கள். நம்முடைய ஊர்களில் சாதாரணமாக இருநூற்றிருபது வோல்ட்டு அழுத்தத்தில்தான் மின்சாரம் வீட்டிலுள்ள சாமானிய வேலைகளுக்கு உபயோகமாகிறது. எந்திரசாலைகளில் நானூற்று நாற்பது வோல்ட்டு அழுத்தத்தில் வந்து சேருகிறது. அங்குள்ள கருவிகள் அத்தனை அழுத்தமுடைய மின்சார ஓட்டத்தினால் வேலை செய்ய முடிந்தனவாக அமைந்திருக்கும்.

வீட்டுக்குள்ளே மின்சாரம் வருதல்

வீட்டு வாசலில் உயர்ந்த கம்பத்திலே சில கம்பிகள் ஓடுகின்றன. அவற்றுள் இரண்டிலிருந்து வெவ்வேறான இரண்டு தடிக்கம்பிகளை நமது வீட்டுப்புறமாகக் கொண்டு வருவார்கள். வீட்டுச் சுவர் ஒன்றிலே இருப்புச் சட்டம் ஒன்றைச் செருகி, அதிலிருந்து இரண்டு இரும்புப் பட்டைகளை நீட்டுவார்கள்—அவை எட்டாப் புறத்தில் இருக்கும் பொருட்டு. அந்தப் பட்டைகளின் அண்டைவரையில் கம்பத்தோடு பிணைத்த கம்பிகளைக் கொண்டுவருவார்கள். இவை சிவப்பு நிறமுள்ள சாதாச் செப்புக் கம்பிகள்—காப்பான்களால் மூடப்படாதவை. அந்த இரும்புப்பட்டைகளிடத்திலே, அக் கம்பிகள் வந்து சேர்ந்ததும், அவைகளைக் காப்பிடப்பட்ட—அதாவது ரப்பர் முதலியவற்றால்

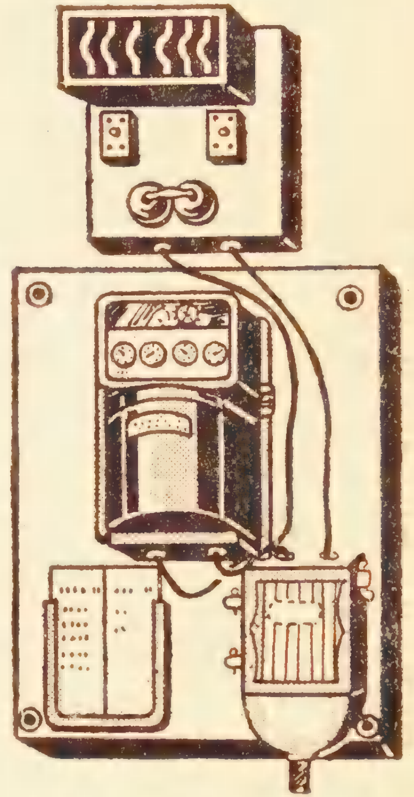
மூடிய—வேறு கம்பிகளோடு பொருத்துவார்கள். இவ்வாறு பொருத்தி மூட்டும்போது, காப்பிடாத செப்புக் கம்பியும், காப்பிடப்பட்ட கம்பியின் மையத்திலுள்ள செப்புக் கம்பியும் ஒன்றாகப் பொருந்தும்படி இணைத்து வைப்பார்கள். காப்பிடப்பட்ட இக்கம்பிகள் கறுப்பாக இருக்கும், மேலே பொருத்திய ரப்பர் முதலியவற்றின் நிறத்தினால். இக்கம்பிகளைத் தான் வீட்டிற்குள் வரவிடுவார்கள். தலைக்கு விலங்கிட்டுக் கொண்டுவருவது போலவே இதுவும்.



327. வீட்டில் பொருத்திய இரும்புச் சட்டங்களும், குடையின் பிடியைப்போல் வளைந்த குழாயும்

இவற்றை அப்படியே நேராக வீட்டிற்குள் கொண்டு வருவதில்லை. தண்ணீர்க் குழாய் போன்ற குழாய் ஒன்றின் உள்ளே செருகித்தான் கொண்டு வருவார்கள். இக்குழாயின் வெளிப்புறம் குடையின் பிடி போலக் கீழாக வளைந்திருக்கும். ஏன்? மழை பெய்யும் போது மழைத் துளிகள் குழாயினுள்ளே போகாமலிருக்கும் பொருட்டு. அவை உள்ளே போனால், கம்பிகளைச் சுற்றி இட்டிருக்கும் காப்புப்பொருள் தண்ணீரில் ஊறிக் கெட்டுவிடுமல்லவா?

இப்படி வீட்டிற்குள்ளே குழாயின்வழியாக நுழையும் மின்சாரக் கம்பிகளை ஒரு பலகையில் கொண்டு சேர்ப்பார்கள். அந்த இடத்திலே இரண்டு இளகிகளை வைப்பார்கள். அந்த இடம் ஒரு பெட்டியைப்போல் இருக்கும். அந்தப்பெட்டியின் வாயைப் பொருத்திக் கம்பிகளால் முறுக்கி மூடி முத்திரை யிடுவார்கள். அதினின்று வெளியே இரண்டு கம்பிகள் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். அவற்றுள் ஒன்று அந்தப் பலகையிலே வைக்கப்பட்டிருக்கும் மீட்டர் எனப்படும் மினசார அளவுக் கருவியின் அடியிலே ஒரு புறமாகச் சென்று, மறுபுறமாக வெளியே வந்து, வீட்டு ஸ்விச்சைப் போய்ச் சேரும். இளகியிலிருந்து வெளிவந்த மற்றொரு கம்பியும் அங்கே வந்து ஸ்விச்சோடு பொருத்தப்படும். அதற்கு அடியிலே ஸ்விச்சுப் பலகை ஒன்று வைக்கப்பட்டிருக்கும்.



328. மின்சாரத்தை வீட்டில் அளக்கும் மீட்டர் ஏற்பாடு

அந்தப் பலகையின் மேற்புறத்திலே இளகிகள் வைக்கப்பட்ட பெட்டிகள் இருக்கும். சாதாரணமாக இவற்றைப் பின் வருமாறு அமைத்திருக்கும்: ஸ்விச்சுக்கு அடுத்தாற்போல் இரண்டு பீங்கான் பெட்டிகள் இருக்கும். இவற்றுள் ஒவ்வொன்றிலும் ஓர் இளகி வைக்கப்பட்டிருக்கும். பீங்கான் பெட்டிகளுக்கும் மேற்புறத்திலே கண்ணாடிக் கதவு போடப்பட்ட ஒரு மரப்பெட்டி வைத்திருக்கும். இதிலே நாலோ, ஆறோ அல்லது எட்டோ, அல்லது அதற்கும் மேலோ, இளகிகள் வைக்கப்

பட்டிருக்கும். இந்த இணைக்கிளைகளோடு வீட்டில் செல்லும் கம்பிகள் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். வீட்டிலே வேண்டிய படி போடப்பட்டிருக்கும் கம்பிகளோடு, விளக்குக்கள், விசிறிகள் முதலியன பொருத்தப்பட்டிருக்கும். சிற்சில இடங்களில் ப்ளக் எனப்படும் செருகிகளும் வைக்கப்பட்டிருக்கும்.

அதாவது ஒரு விளக்கு-ஸ்விச்சின் முளையை அழுக்கும்போது, மின்சாரத் தொடர்ச்சி ஏற்பட்டு, மின்சார ஓட்டம் உண்டாகும். அப்பொழுது மீட்டரின் வழியே ஓடும் மின்சாரத்தின் ஒரு சிறு பகுதி—மிகச் சிறுபகுதி—அந்த மீட்டரை ஓடச் செய்து, மின்சார ஓட்டத்தின் அளவைக் கணக்கிட்டுக் கொண்டிருக்கும். மற்றப் பகுதி முழுவதும் விளக்கினுள்ளே ஓடி, அதிலிருக்கும் கம்பியைச் சூடுறச் செய்து, விளக்கேற்றும். நமது வீட்டிலுள்ள விளக்கு, விசிறி, அடுப்பு முதலிய ஒவ்வொன்றை உபயோகிக்கும்போதும் இப்படித்தான் நடக்கும்.

மின்சாரத்தின் உபயோகங்கள்

நமது வீடுகளில் மின்சாரமானது எத்தனையோ வித மாய்ப் பயன்பட்டு வருகிறது. பிற நாடுகளிலே இதை மிகுந்த அளவில் உபயோகிக்கிறார்கள். அமெரிக்காவிலே ஐக்கிய மாகாணங்களிலே கிட்டத்தட்ட மூன்று கோடி வீடுகளிலே மின்சாரத்தை உபயோகிக்கிறார்கள். யூடா என்னும் மாகாணம்முழுவதிலும் நூற்றுக்குத் தொண்ணூற்றெட்டு வீடுகளில் மின்சாரம் உபயோகப்பட்டு வருகிறதாம்.

அங்கே ஒரு பிரதேசத்தில் ஒவ்வொரு வீட்டிலும் என்னென்ன வகையான மின்சாரக் கருவிகள் உபயோகப்

பட்டு வருகின்றனவென்று ஆராய்ந்தார்கள். சராசரிக் கணக்கில் நூறு வீடுகளில் எண்பத்தொன்பதில் இஸ்திரி போடும் கருவிகளும், அறுபத்தாறில் வீடு துலக்கும் கருவிகளும், பன்னிரண்டில் காப்பி போடும் கருவிகளும், பத்தில் அறையை உஷ்ணமாக்கும் கருவிகளும், பத்தில் விசிறிகளும், ஆறில் மயிரைச் சுருளச் செய்யும் கருவிகளும், ஐந்தில் தையல் எந்திரத்தை ஓட்டும் கருவிகளும், நாலில் இறைச்சி வாட்டும் கருவிகளும் காணப்பட்டன.

மின்சார வெப்பமும் வீட்டு வேலையும்

வீட்டு வேலையிலே மின்சாரத்தை உபயோகிப்பதில் சில சௌகரியங்கள் உண்டு. நினைத்த க்ஷணத்தில் அதனால் வெப்பத்தை உண்டாக்கலாம். அடுப்பு மூட்டவேண்டிய சிரமம் இல்லை; நேரம் ஆகாது. மிகவும் சுத்தமாக அதுவேலை செய்வதால் கரியாகாது. நினைத்த இடத்தில் வைத்துக் கொள்ளலாம். மேஜையின் மேலும், படுக்கைப் புறத்திலும்கூட அதை வேலை செய்யும்படி அமைக்கலாம். ஆனால் செலவு அதிகம். திடீரென்று ஒரு டம்ளர் வெந்நீர் போடவேண்டியிருந்தது; அல்லது அழும் குழந்தைக்குக் கொஞ்சம் பால் காய்ச்ச வேண்டியிருந்தது என்றால் மின்சாரத்தை உபயோகிப்பது நல்லது; லாபமும்கூட. ஏனெனில் ஒரு டம்ளர் வெந்நீரானாலும் ஒரு பானை வெந்நீரானாலும் அடுப்பைப் பற்றவைக்கும் சிரமம் ஒன்றுதானே. அடுப்பு மடமட என்று எரிந்தால்தான் வெந்நீர் கொதிக்கும். அதனால் கொஞ்சமாக எதையேனும் திடீரென்று கொதிக்க வைக்க வேண்டுமானால் மின்சாரக் கருவியை உபயோகிப்பதில் லாபம் உண்டு.

மின்சாரக் கருவிகளும் அவற்றினால் உண்டாகும் செலவும்

	ஒரு மணி நேரத்துக்குச் செலவாகும் வாட்டுக்கள்	கிலோ வாட்டுக்கு $3\frac{1}{2}$ அணா வீதம்
12 அங்குல மின்சார விசிறி	40	சுமார் $1\frac{3}{4}$ பை
வீடு துலக்கும் கருவி (வெற்றிடத் துடைப்பம்)	150	,, $6\frac{1}{2}$ பை
தையல் எந்திர மோட்டார்	150	,, ,,
சாமானைக் குளிர வைக்கும் எந்திரம் (குளிர்ச்சி அலமாரி)	150	,, ,,

(இது ஒரு நாளைக்கு மொத்தத்தில் சுமார் 6 மணி நேரம் முதல் 10 மணி நேரம் வரையில் ஓடவேண்டியிருக்கும்.)

துணி துவைக்கும் எந்திரம்	200	,, $8\frac{1}{2}$ பை
ரொட்டி வாட்டி	400	1 அணா 5 பை
காப்பி போடும் கருவி	500	1 அணா 9 பை
இஸ்திரி போடும் கருவி	575	அணா 10
சிறிய வெந்நீர்ப் பாத்திரம்	1500	5 அணா 3 பை
சமையலடுப்பு	2500	8 அணா 9 பை

ஆனால் இவற்றுள் சிலவற்றிற்கு மின்சாரம் குறைவான விலையில் விற்கப்படுகிறது. அப்படிக் கிடைத்தால் அதற்கு ஏற்றபடி செலவு குறையும்.

ஒரு அணுவுக்கு மின்சாரம்

நமது நாட்டிலே மின்சாரம் எல்லா ஊர்களிலும் ஒரே விலையாக இருப்பதில்லை. மின்சாரத்தை ராத்தல் கணக்காகவோ, படிக்கணக்காகவோ, கஜக்கணக்காகவோ வாங்குவதில்லை; வாங்கவும் முடியாது. அதை அளப்பதற்கென்று வேறொரு விகிதம் ஏற்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. அதற்கு கிலோ-வாட்-மணி என்று பெயர். இதுதான் சாதாரணமாக ஏற்பட்டிருக்கும் மூல அளவை அல்லது யூனிட். இந்த அளவுள்ள மின்சாரமானது ஒவ்வோர் ஊரில் ஒவ்வொரு விலையாக விற்கப்படுகிறது. ஒரே ஊரிலும் காரியத்துக்குத் தகுந்தபடி விலை வித்தியாசம் உண்டு. சிலஊர்களில் சாதாரண வீடுகளில் விளக்கு, விசிறி முதலியவற்றுக்கு ஒரு யூனிட் மூன்றரை அணா வீதம் விற்கப்படுகிறது. எந்திரங்கள் முதலியவற்றிற்கு ஒன்றேகால் அணா வீதம் விற்கப்படுகிறது. ஒரு அணாவுக்கு ஒரு கிலோவாட்டு மின்சாரம் கிடைக்குமென்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். அந்த ஒரு அணா மின்சாரத்தை வைத்துக்கொண்டு என்ன என்ன செய்யமுடியும்? அதனால் ஒரு சாதாரண விளக்கை நாற்பது மணி நேரம் எரியவிடலாம். அல்லது ஒரு விசிறியைச் சுமார் பதினைந்து மணி நேரம் ஓடவைக்கலாம். அல்லது ஆறு தடவை அரைப்படி தண்ணீரைக் கொதிக்க வைக்கலாம். அல்லது, ஓர் ஆளுக்கு ஒரு நாள் சமையல் செய்யலாம். அல்லது மூன்றுமணி நேரம் இஸ்திரி போடலாம். அல்லது ஐந்து மணி நேரம் துணியைக் கசக்கிப் பிழியலாம். அல்லது



329. புகைப் போக்கியில் இடிதாங்கி

எட்டுமணி நேரம் வீட்டைத் துலக்கலாம். அல்லது சாப்பாட்டை மட்டிலும் மறந்துவிட்டால், ஒரு அணு மின்சாரத்தைக்கொண்டு, அதாவது ஒரு கிலோவாட்டு மின்சாரத்தைக் கொண்டு அரைமணி நேரம் வீடு துலக்கி, எட்டுமணி நேரம் விசிறி ஓட்டி, இரண்டு தடவை காப்பிக்குத் தண்ணீர் போட்டு, கால்மணி நேரம் துணிக்கு இஸ்திரி போட்டு, கால் மணி நேரம் தவைத்து, நாலு மணி நேரம் விளக்கேற்றிச் சந்தோஷமாயிருக்கலாம். இப்போது மின்சாரம் கிலோவாட்டுக்கு மூன்றரை அல்லது நாலணுவாக விற்கப்படுவதால், மேற்கூறியவற்றில் நாலில் ஒரு பங்கு வேலைதான் ஒரு அணு விலையுள்ள மின்சாரம் செய்யும். விலை குறைந்தால் நல்லது.

மின்சாரத்தின் நிரயர்

சில காலத்திற்கு முன்பு, நமது நாட்டில் பட்டணங்களில் கூடப் பெரிய பங்களாக்கள், கிளப்புக்கள் முதலியவைகளில், வேண்டிய மின்சாரத்தை இயற்ற அந்த அந்த இடத்திலேயே ஒரு எந்திரத்தை அமைத்து, உண்டாக்கி வந்தார்கள். இதற்கு ஏராளமான முதல் வேண்டியிருந்தது. மாதா மாதம் எந்திரத்தை ஓட்டும் ஆளுக்குச் சம்பளமும், அதை ஓட்டும் செலவும், அதைப் பழுதுபார்க்கும் செலவுமாக ஏராளமான பணமும் செலவாகிவந்தது. இப்பொழுது பெரிய பட்டணங்கள் எல்லாவற்றிலும், பல கிராமங்களிலும்கூட, மின்சார சக்தியை விலைக்கு வாங்கலாம். குழாயின் வழியாகத் தண்ணீர் வருவதுபோல, கம்பியின் வழியாக மின்சாரம் வீட்டிற்குக் கொண்டுவந்து கொடுக்கப்படுகிறது. அதை நாம் மொத்தமாக வாங்குவதில்லை.

நாம் செலவு செய்யச் செய்ய ஒரு கருவியானது மின்சார அளவைத் தானுகக் குறித்துக் கொள்ளுகிறது. இதை மீட்டர் என்று சொல்லுகிரும்.

நாம் கொடுக்கும் விலை பல ஊர்களில் பல மாதிரியாக இருக்கிறது. அதைப்பற்றி ஜனங்கள் புகார் செய்கிருர்கள். சில ஊர்களில் உள்ளவர்கள் "அதோ அந்த ஊரில் இந்த விலைக்கு விற்கிருர்களே, நம்முடைய ஊரில் மட்டும் விலை ஜாஸ்தியாக இருப்பானேன்?" என்கிருர்கள். சில இடங்களில் புகார் சொல்லுவதற்கு இடமிருக்கலாம். ஆனுலும் குறை சொல்லுபவர்கள், எல்லா விஷயங்களையும் தெரிந்து கொண்டு தீர யோசிப்பதில்லை என்று சொல்லவேண்டி யிருக்கிறது.


330. கோபுரத்தில் இடிதாங்கி

மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதற்குப் பெரிய கட்டடங்கள் வேண்டும்; விலை உயர்ந்த எந்திரங்கள் வேண்டும்; உயர்ந்த சம்பளத்தில் ஆட்கள் வேண்டும். இதைப் போலவே அதை இடம் இடமாய், வீடு வீடாய்க் கொண்டு கொடுப்பதற்கும் ஏராளமான செலவாகும். நித்தியப்படியான செலவும், பழுது பார்த்தல் முதலிய செலவுகளும், வரிகள் தீர்வைகள் முதலியவையுமாக நிறையப் பணத்தை விழுங்கிவிடும்.

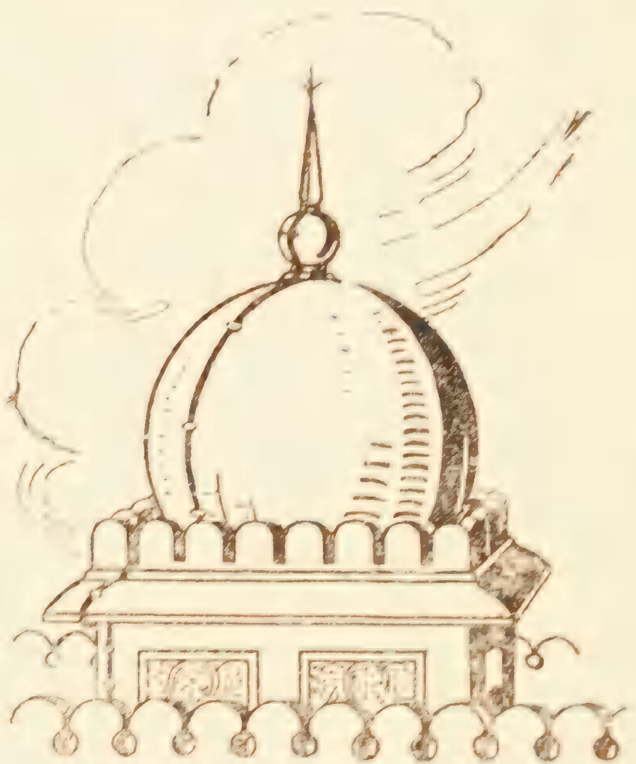
இன்னும் ஒன்று. ஒவ்வொரு வீட்டிற்கும் வேண்டிய அளவு மின்சாரத்தை மூட்டையாகக் கட்டித் தினம் ஒரு முறை வீட்டில் கொண்டு கொடுத்துவிட முடியுமாலுைம், அல்லது பாலைப்போல் அளந்து, தினம் இரண்டு முறை வார்த்துவிட்டுப் போகமுடியுமாலுைம் அத்தனை சிர

டம் இருக்காது. ஆனால் மின்சார விஷயத்திலோ அப்படிச் செய்யமுடியாது. மின்சாரம் உண்டாக்கும் இடத்தோடு மின்சாரத்தை உபயோகிக்கும் வீடு பிணைக்கப்பட்டிருக்கிறது. வேண்டியவர்கள் தங்கள் தங்கள் இஷ்டம்போல், வேண்டியபோதெல்லாம், மின்சாரத்தை உபயோகித்துக் கொள்ளுகிறார்கள். இவ்வளவுதான் உபயோகித்துக் கொள்ளலாம் என்பதற்கு ஒரு திட்டமும் இல்லை. ஒரு நாள் சிறிதுகூட உபயோகிக்காமலிருக்கலாம். வேறு ஒரு நாள் நிறைய உபயோகிக்கலாம். காலையிலும், பகலிலும், சாயங்காலத்திலும்கூட அதிகமாக உபயோகிக்காமலிருக்கலாம். இருட்டினதும் எல்லா வீடுகளிலும் ஒன்றுபோல, ஒரே சமயத்தில், விளக்குக்களை ஏற்றி ஏராளமாக மின்சாரத்தை உபயோகிக்கலாம். பொதுவாக இப்படித்தான் நடக்கிறது.

இவை எல்லாவற்றிற்கும் மின்சாரத்தை உண்டாக்குபவர்கள் தயாராக இருக்கவேண்டும். எந்த வேளையில் எவ்வளவு மின்சாரம் செலவாகும் என்று உறுதியாகச் சொல்லமுடியாது. ஆகையால் எப்பொழுதுமே ஜாஸ்தி அளவு மின்சாரத்தைக்கொடுக்க அவர்கள் தயாராகஇருக்க வேண்டும். அநுபவத்தின்மேல் நாள் முழுவதும் இன்னின்ன வேளையில் சுமார் இவ்வளவு இவ்வளவு செலவாகிறது என்று தெரியவந்தபோதிலும் அவர்கள் அதை ஒரு திட்டமாக வைத்துக்கொள்ளுவதற்கில்லை. இந்த நிலைமை அநாவசியமான அதிகச் செலவுக்கு ஒரு காரணம்.

மின்சாரத்தை இயற்றி விற்பவர்கள் பொதுவாக ஆளுக்கு ஆள் வித்தியாசம் பாராட்டுகிறார்கள் என்று தோன்றும்படியும் இருக்கிறது. விசிறி வைத்திருந்தால் ஒரு

குறைந்த விகிதம்; விசிறி இல்லாமல் விளக்கு மட்டும் இருந்தால் ஒரு அதிகப்படியான விகிதம்; நீர் இறைக்கும் பம்புக்கும் எந்திரங்களுக்கும் ஒரு விகிதம்; மொத்தமாக வாங்கிக் கொள்ளுபவர்களுக்கு ஒரு விகிதம் என்றெல்லாம் வைத்திருக்கிறார்கள். முதலில் பார்த்தால் இது அநியாயம் என்று தோன்றும். ஆனால் சற்றே சிந்தித்துப் பார்த்தால் இதுதான் சரி என்பது தெரியவரும். விசிறியும், பம்பும், அடுப்பும், எந்திரமும், விளக்கும் உள்ள ஒருவன் நாள் முழுதும் மின்சாரத்தை உபயோகிக்கிறான். மற்ற வேளைகளில் மின்சாரத்தை உண்டாக்க வேண்டிய செலவை இவன் குறைத்து உதவிபுரிகிறான். ஆனால் விளக்கை மட்டிலும் உபயோகிப்பவனோவெனில் ஒரே ஒரு சமயத்தில் தான் மின்சாரத்தை உபயோகிக்கிறான். நெருக்கடிக்குக் காரணம் அவன்தான்.

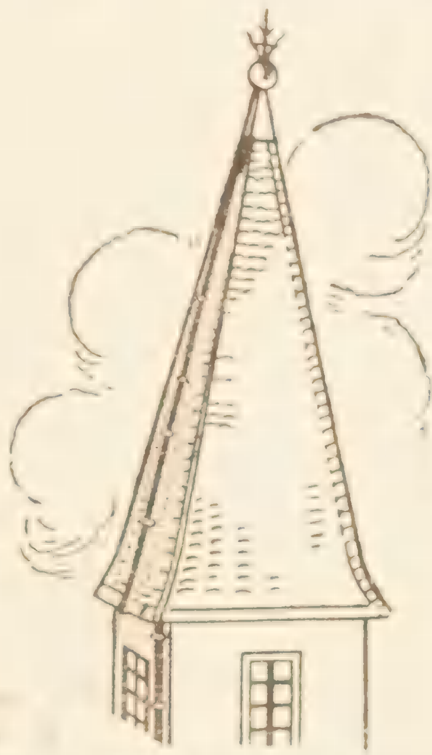


331. கோரியில் இடிதாங்கி

ஆகையால் சாதாரணமாய்ப் பகலில் ஓரளவு மின்சாரம் உண்டாக்கப்படவேண்டும்; இரவில் அஸ்தமித்தது முதல் பத்துமணி வரையில், மிகவும் அதிகமான அளவில் மின்சாரம் உண்டாக்கப்படவேண்டும்; அதன் பிறகு மறுநாள் காலை வரையில் மிகக் குறைவான அளவில் மின்சாரம் உண்டாக்கப்படவேண்டும் என்று மூன்று விதமாக மின்சாரத்தை உண்டாக்கும் வேலை பகுக்கப்படுகிறது.

இதனால் பகலில் மின்சார எந்திரங்கள் சுறுசுறுப்பாய் வேலை செய்யவேண்டியிருக்கின்றன. இரவில் ஆறுமணி முதல் பத்துமணி வரையில் அதிகப்படியான எந்திரங்கள் துணைக்கு வேண்டியிருக்கின்றன. அதற்குப் பின்பு காலை வரையில் சில எந்திரங்கள் வேலை செய்யாமல் இருக்கலாம்.

ஒரே நாளில், வெவ்வேறு வேளைகளில் மிகவும் வித்தியாசமான அளவில் மின்சாரத் தேவை ஏற்படுவதினால்தான் இந்த மாதிரியான சிரமங்களும், அதிகச் செலவும் ஏற்படுகின்றன. 24 மணி நேரமும் மின்சாரம் ஒரே அளவில் உபயோகப்பட்டு வருவதற்குச் சௌகரியங்கள் இருந்தால், மின்சாரத்தின் விலை குறையும். ஆட்கள் அதிகமாக உபயோகிக்க உபயோகிக்க, மின்சாரத்தின் விலை குறையும். அடுப்பெரியவிட்டு, நீராவியை உண்டாக்கி மின்சாரத்தை உண்டாக்குவதை விட, இயற்கைச் சக்தியாகிய நீர்வீழ்ச்சியினால் மின்சாரத்தை உண்டாக்கினால், அதுவும் விலை குறைவதற்கு ஒரு காரணம் ஆகும். வரவர, மின்சாரமானது அதிகமாக உபயோகத்துக்கு வந்து கொண்டிருப்பதினாலும், மேன்மேலும், நீர்வீழ்ச்சியினால் மின்சாரத்தை இயற்ற முயன்று கொண்டு வருவதாலும், இனிமேல் மின்சாரத்தின் விலை குறைந்துகொண்டே வரும் என்பதில் ஐயமில்லை.



332. ஸ்தூபியில் இடிதாங்கி

மின்சார அதிர்ச்சி

மின்சார ஓட்டமானது நமது உடலின் வழியாகத் திடீரென்று நிகழ்ந்தால் நமக்கு அதிர்ச்சி உண்டாகிறது. அந்த அதிர்ச்சியின் தன்மை மின்சார ஓட்டத்தின் அளவைப் பொறுத்திருக்கும். நமது வீட்டிற்கு மின்சாரத்தைக் கொண்டுவரும் கம்பிகளிலே மின்சாரஓட்டம் 220 வோல்ட்டாக இருக்கும். அப்பேர்ப்பட்ட கம்பி ஒன்றை நாம் தொட்டால், சுறுக்கென்று குத்தினல் போன்ற உணர்ச்சியை நாம் பெறுவோம். ஆனல், சாதாரணமாக, இதனல் அதிக அபாயம் ஒன்றும் நிகழ்வதில்லை. ஏனென்றல் நமது மேல்தோலானது, உலர்ந்த நிலையில், மின்சார ஓட்டத்தைத் தடுக்கும் இயல்பை உடையது. ஆகையால் 220 வோல்ட்டு அழுத்தமுள்ள மின்சார ஓட்டமானது நமது உடலிலே, இந்தத் தடையைத் தாண்டிக்கொண்டு, அதிக அளவில் புக முடிவதில்லை. ஆனல், நமது கை ஈரமாயிருந்தால் அப்பொழுது சங்கதியே வேறு. ஈரக் கையோடு கம்பியைத் தொட்டால் மிக்க மின்சார ஓட்டமானது அதிகத் தடையின்றி நமது உடலுள் பாயும். அதனுலுண்டாகும் அதிர்ச்சி மிகவும் பலமாயிருக்கும். சிற்சில வேளைகளில் உயிருக்கே அபாயம் நேரிட்டாலும் நேரிடும். ஆகையால் சரியாக இல்லாத ஸ்விச்சுக்களையும், காப்பான்களால் சரியாக மூடப்படாத, மின்சாரம் ஓடும், கம்பிகளையும் ஈரம் படக்கூடிய ஸ்நான அறைகளிலேனும், முற்றங்களிலேனும் வைப்பது ஆபத்திற்கு இடமாகும். ஈரக் கையோடு தொடக் கூடிய இடங்களில் அவைகளை வைக்கவே கூடாது. மின்சார ஓட்டம் 500 வோல்ட்டிற்கு மேற்பட்டிருந்தால் அதனல் நிச்சயமாய் அபாயம் ஏற்படும்—ஈரக் கையாலுைம் சரி, உலர்ந்த கையாலுைம் சரி.

அதிர்ச்சி உண்டானால் என்ன செய்வது’ என்பதை முன்னமேயே சொல்லியிருக்கிறது. நீரில் மூழ்கிக் குற்றுயிராயிருப்பவனுக்குச் சுவாசம் வரச் செய்வதற்காக எந்த முறையைக் கையாளுவோமோ அதே முறையையே அதிர்ச்சியுண்டவனைப் பிழைப்பு மூட்டுவதற்கும் கையாள வேண்டும். வீட்டிலே மின்சாரக் கருவிகளைப் பழுது பார்க்கும்போது மின்சார ஓட்டத்தை நிறுத்திவிட்டுப் பார்ப்பது நல்லது. மின்சார ஓட்டம் நிகழும்போது சோதிக்க வேண்டியிருந்தால் ரப்பரினால் செய்த கையுறையைப் போட்டுக் கொண்டேனும், மரத்தினால் செய்த முக்காலி முதலியவற்றின் மேல், சுவரைத் தொடாமல், நின்று கொண்டேனும் வேலை செய்தால் அபாயம் நேரிடாது.



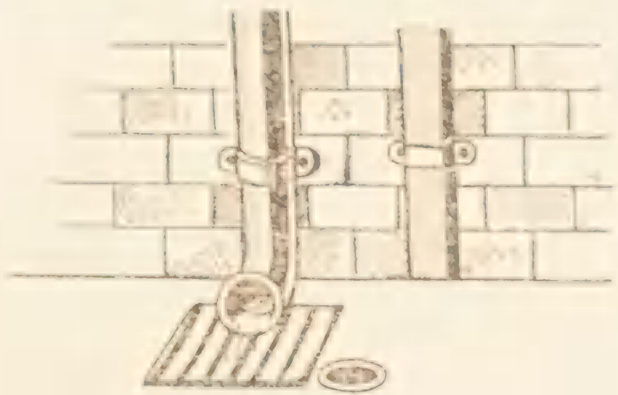
333. ரப்பர்க் கையுறை

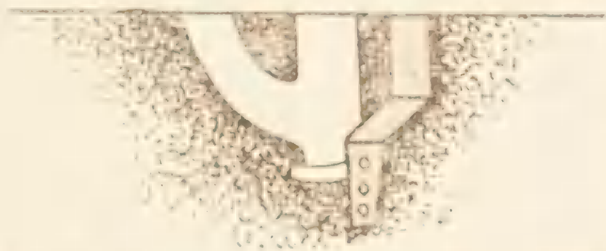
இடி விழுவதும் இடிதாங்கியும்

அடிக்கடி மின்னலும் இடியும் தோன்றும் இடங்களிலே, சிற்சில வேளைகளில் பூமியில் மின்னல் ஒழுகும். அதாவது, அவ்வேளையில் மேகத்திலிருந்து பூமி வரையில் மின்னல் பொறி பாயும்; மரங்களின் மீது விழுந்தால் அவற்றைப் பட்டுப்போகச் செய்யும்; கட்டடங்களின் மீது விழுந்தால் அவற்றைப் பிளக்கும்; ஜீவ ஜந்துக்களின் மீது விழுந்தால் அவற்றைக் கொல்லும். இவ்வாறு விழும் இடியானது அநேகமாகத் தனித்து நிற்கும் மரங்களின் மீதும், தனித்துயர்ந்த வீடுகளின் மீதும், திறந்த வெளியிலே நடந்து

செல்லும் தனித்த மனிதர்களின் மீதுமே விழக் காண் கிறோம். அடர்ந்த காட்டிலே பொதுவாக மின்னல் ஒழுகுவ தில்லை. திரள் திரளாய், நெருக்கமாகக் கட்டப்பட்ட கட் டடங்களை மின்னல் தாக்குவதில்லை. ஏன்? கூட்டத்தைக் கண்டு மின்சாரத்திற்குப் பயமா? இல்லை. காரணம் என்ன வென்பது நாம் மேலே சொல்லிய விஷயங்களைக் கவனித் தால் தெரியவரும். மின்னல் உண்டாவதற்கு இரண்டு வகை மின்சாரம் வேண்டும். மின்சார அழுத்தமும் ஓர் அள விற்கு மேல் அதிகப்படவேண்டும். அப்படி அதிகப்பட் டால்தான் வேகமான மின்சார வெள்ளம் ஏற்பட்டு, மின்ன லாகப் பாய்ந்து தோன்றும். மின்சாரம் திரண்டு அதிகப் படாதபடி, சிறிது சிறிதாக, அவ்வப்போது மின்சாரத்தை ஒழுகச் செய்துகொண்டே வந்தால், அளவிற்கு மிஞ்சிய மின்சாரம் ஏற்படாது. மின்னலும் தெறிக்காது. அடர்ந்த காட்டிலே வான் அளாவிய மரங்கள் ஆயிரக் கணக்காயுள்ள தம் உச்சிகளை வான வெளியிலே நீட்டிக்கொண் டிருக்கின் றன. இவற்றுள் ஒவ்வொன்றின் வழியாகவும் அம்மேகத்தி லுள்ள மின்சாரம் ஒழுக்கெடுத்து ஓசைப் படாமல் நழுவி மெல்லப் பூமியில் போய்ச் சேர்ந்துவிடுகிறது. ஆகையால் தான் காற்றைக் கிழித்துக்கொண்டு பாயக்கூடிய அழுத்த மானது மேக மண்டலத்தில் உண்டாவதில்லை. வீடுகள் நெருங்கிய பட்டணங்களிலேயும் இவ்வாறு தான் நேரு கிறது. ஆனால் அங்கும் மிக உயர்ந்த கோபுரங்களும், ஸ்தூபிகளும், ஆலைப் புகைப் போக்கிகளும் தனித்து உயர்ந்து நின்று மின்னலுக்கு இலக்காகின்றன. ஆதலால் இவற்றை மின்னலிலிருந்து பாதுகாப்பது அவசியம். தனித் தனியுள்ள மாளிகைகளைக் காப்பதும் அப்படியே. அதற் காகத்தான் இவற்றிலே இடிதாங்கிகளை வைக்கிறார்கள்.

இடிதாங்கி என்பது உலோகத்தினால்—அநேகமாகச் செம்பினால்—செய்த கம்பி அல்லது பட்டை. இதன் ஒரு முனையானது காப்பாற்றப்பட வேண்டிக் கட்டடத்திற்கு மேலே கூர்மையான முனையாக நீட்டிக்கொண்டிருக்கும். இதை ஒரு முனையுள்ளதாக வைப்பது உண்டு; மூன்று முனைகள் உள்ளதாகவும், தாமரைப் பூவைப்போல் பல முனைகளுள்ளதாகவும் வைப்பதுண்டு. முனையாக இருக்கவேண்டும் என்பதுதான் முக்கியம். இந்தக் கம்பியைக் கட்டடச் சுவரின் வெளிப்புறமாகக் கீழே இறக்கி, இதன் மறுமுனையைத் தரையில் ஆழமாக, ஈரமுள்ள இடம் வரையில், இறக்கிப் புதைப்பார்கள். இயன்ற வரையில், இடிதாங்கிப் பட்டையானது கோணல் குறுகல் இன்றி, நேராகப் பூமிக்கு வரும்படி அமைப்பது நலம். கட்டடத்தின் அளவுக்கும் அமைப்புக்கும் தக்கபடி, இடிதாங்கிகள் ஒன்றோ பலவோ வைக்க வேண்டும். இவற்றை வைத்தால் கட்டடத்திற்கு அபாயம் ஏற்படாது.

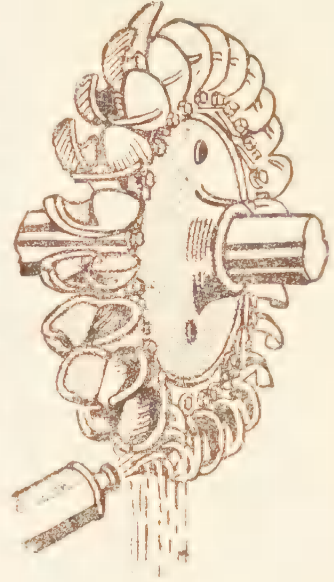




334. பூமியில் ஈரமுள்ள இடத்தில் பதித்த இடிதாங்கிப் பட்டை

அபாயம் நேராதபடி இவை இரண்டு வகையாக வேலை செய்கின்றன. முதலாவது: கூரிய முனையின் வழியாக மின்சாரத்தை மெல்ல மெல்ல ஒழுகச் செய்து, அதன் அழுத்தத்தைக் குறைத்தல். இதனால் அந்தக் கட்டடத்

தின் மேல் மின்னல் பாய்வது துர்லபமாகிறது. இரண்டாவது: அப்படித் தப்பித் தவறி மின்னல் ஒழுகினுலும், அதன் வழியாகப் பாயும் மின்சார சக்தியை அண்டையிலுள்ள பிற பொருள்களுக்குத் தீங்கு செய்ய வொட்டாமல், வெகு துரிதமாய்ப் பூமியில் சேர்த்து விடுதல். மின்னலானது இதையே ராஜ வீதியாகப் பாவிக்கிறது. அக்கம் பக்கத்தில் விலகுவதில்லை. ஆகையால் இப்பேர்ப்பட்ட கம்பிகளை வைத்தால் மின்னல் ஒழுகாது; தப்பித் தவறி ஒழுகினுலும் அதிகமாகத் தீங்கு செய்யாது.



335. மோதும் நீரின் வேகத்தால் சுழலும் பெல்ட்டன் சக்கரம்.



336. காற்றூடியும் பையனும்—பையன் ஓடும்போது காற்றூடியில் மோதும் காற்றால் காற்றூடி சுழலுகிறது.

26. மின்சாரத்தின் வரலாறு

மிகமிகப் பழங்காலங்களிலே அம்பரைத் தேய்த்தவர்களும், மீனை வேட்டையாடியவர்களும் தம்மை யறியாமலே மின்சார அறிவின் வித்துக்களை இட்டு வைத்தார்கள். சில வித்துக்கள் சீக்கிரம் முளைத்துவிடும்; சில வித்துக்கள் நாள் கழித்துத்தான் முளைக்கும். மின்சாரவித்து நாள் கழித்து முளைக்கும் வகையைச் சேர்ந்ததாக இருக்க வேண்டும்.

கி. மு. ஆறாவது நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த தேலீஸ் என்பவர் இவ்வகை அறிவு விஷயங்களில் பற்றுடையவராக இருந்தார். அவர் கிரேக்க நாட்டினரா அல்லது பினீஷியா நாட்டினரா என்பது உறுதியாகத் தெரியவில்லை. அம்பரின் செயலை அவர் குறிப்பிடுகிறார். அவர் காலத்தில் வாழ்ந்த நவ நாகரிகப் பெண்கள் தம்முடைய உடையில் பற்றிய வைக்கோல் முதலிய சிறு பொருள்களை அம்பரைக்கொண்டு நீக்கித் தம்முடைய உடையைச் சுத்தம் செய்ததாகத் தெரிகிறது.

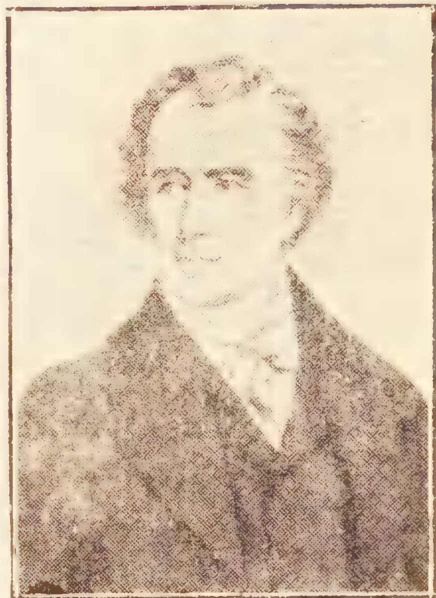


337. டேவி

அவருக்குப் பிற்காலம் ஏழு நூற்றாண்டுகள் சென்றன. ரோம ராஜ்யத்திலே ப்ளினி (23-79 கி. பி.) என்பவர் விஞ்ஞான விஷயங்களில் பற்றுள்ளவராயிருந்தார். அவர் சிற்சில விஷயங்களை ஆராய்ந்து குறித்திருக்கிறார். அம்பரின் குணத்தையும், காந்தக்கல் வடக்குத் தெற்காகத் திரும்புவதையும், பொருள்களைக் கவர்வதையும், ஒருவகை

மீன் தன்னைத் தொடுபவர்களுக்கு அதிர்ச்சியைத் தருவதை யும் அவர் குறிப்பிடுகிறார்.

பிறகு ஓர் ஆயிரத்தைந்நூறு வருஷம் வரையில் ஒன்றும் விசேஷமாக நடக்கவில்லை. பிறகு பதினாறும் நூற்றாண்டிலே இங்கிலாந்தில் கில்பெர்ட் என்பவர் சில ஆராய்ச்சிகளைச் செய்தார். அம்பரிடத்தே காணும் சக்தி அம்பரில் மட்டுமேயன்றி வேறு சில பொருள்களிலும் இருக்கிறது என்றார். அம்பரின் பெயரைக் கொண்டு மின்சாரத்துக்கு எலெக்ட்ரிசிட்டி என்று பெயரிட்டார். பூமி ஒரு காந்தம் என்றும் அதற்கு வடதுருவம் தென்துருவம் என்ற இரண்டு துருவங்கள் இருக்கின்றன என்றும் கண்டு பிடித்தார்.



338 அராகோ



339. மோர்ஸ்

இன்னும் ஒரு நூற்றாண்டு சென்றது. பிரான்சு நாட்டினரான டூ-பே என்பவர் இரண்டு வகை மின்சாரங்கள் இருக்கின்றன என்று கண்டுபிடித்து, ஒன்றுக்குக் கண்ணாடி மின்சாரம் என்றும், மற்றொன்றுக்குப் பிசின் மின்சாரம் என்றும் பெயரிட்டார்.

அதன் பிறகு (1745) ஹாலந்திலே மின்சாரத்தைக் கொட்டிவைக்கும் கருவி ஒன்று கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

இது லேடன் நகரத்திலே கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால், இதற்கு லேடன் ஜாடி என்ற பெயர் இடப்பட்டது. இதை இயற்றியவர் ஜெர்மானியராகிய வான் க்ளைஸ்ட் என்றும், க்யூனியஸ், வான் மஸ்கென்ப்ரீக் என்னும் இருவர் என்றும் சொல்லப்படுகிறது.

இங்கிலாந்திலிருந்த (1746) வாட்ஸன் என்பவர் எல்லாப் பொருள்களிலும் மின்சாரம் இருக்கிறதென்றும்; ஒன்றில் ஒரு வகை மின்சாரம் ஏராளவு ஏறினால், மற்றொன்றில் அதே அளவு, அதற்கு எதிர் வகையான மின்சாரம் ஏறியாகவேண்டும் என்றும் சொன்னார்.



340. எடிஸன்

அதன் பிறகு பெஞ்ஜமின் ப்ராங்க்ளின் (1706—1790) அமெரிக்காவிலே செய்த ஆராய்ச்சிகளினால் இருவகை மின்சாரங்களின் தன்மையையும் ஆராய்ந்து அவற்றுக்குப் பாஸிடிவ் (நேர்) என்றும் நெகடிவ் (எதிர்) என்றும் பெயரிட்டார். பூமியிலே பொருள்களை ஒன்றோடொன்று தேய்ப்பதினால் உண்டாகும் மின்சாரமும் வானத்தில் தோன்றும் மின்னலும் ஒன்றேதான் என்பதை நிரூபித்தார்.

1790: ஒரு சமயம் தவளை கம்பியில் துடித்ததைக் கண்ட இட்டலி நாட்டினரான கால்வானி பல சோதனை

களைச் செய்து, பிராணி மின்சாரம் என்று சொல்லத்தகும் ஒருவகை மின்சாரம் இருக்கிறது என்று முடிவு செய்தார்.

1800 : அதே விஷயத்தை இன்னும் நுணுகி ஆராய்ந்த இட்டலி நாட்டினரான வோல்ட்டா என்பவர் உலோக அடுக்குக்களின் இடையே ஈரத்துணியை இட்டு மின்சார ஓட்டத்தை உண்டாக்கினார். மின்சாரக் கலங்களின் பாட்டெரி ஒன்றைத் தயார் செய்து, அதற்குக் கிண்ணக் கிரீடம் என்று பெயர் வழங்கினார்.



341. ஸ்வான்

1802 : இரண்டு கம்பிகளுக்கு ஊடே காற்றின் வழியாகப் பாயும் மின்சாரம் வில் வடிவமாய் ஒளிருகிறது என்பதை டேவி கண்டுபிடித்தார்.

1805 : இட்டலியிலே ஒருவர் இரண்டு வெள்ளி நாணயங்களுக்கு மின்சாரத்தினால் தங்கமுலாம் பூசினார்.

அதே வருஷத்தில் இங்கிலாந்திலே டேவி என்பவர் மின்சாரத்தின் உதவியால், தண்ணீரை இரண்டு வாயுக்களாகப் பகுத்தார்.

1819 : டென்மார்க்கு நாட்டினரான எர்ஸ்ட்டெட் என்பவர் மின்சார ஓட்டத்தினால் காந்தக்கட்டை விலகுகிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்தார்.

1820 : பிரான்சிலுள்ள அராகோ என்பவரும், இங்கிலாந்திலுள்ள டேவி என்பவரும் இரும்புத் துண்டு ஒன்றைச் சுற்றி மின்சார ஓட்டம் நிகழ்ந்தால், அந்த

இரும்புத்துண்டுக்குக் காந்த சக்தி உண்டாகிறது என்பதைத் தனித்தனியே கண்டுபிடித்தார்கள்.

1822 : ஜெர்மனி நாட்டினரான ஸீபெக் என்பவர் இரண்டு உலோகங்களைப் பொருத்தி, அந்தப் பொருத்தைக் காய்ச்சினால் மின்சாரம் தோன்றுகிறது என்று கண்டுபிடித்தார்.

1825 : இங்கிலாந்திலுள்ள ஸ்டர்ஜன் என்பவர் தேனிரும்புக் கட்டையினால் மின்சாரக் காந்தத்தை அமைத்தார்.

1831: இங்கிலாந்திலே மைக்கேல் பாரடே என்பவர் காந்தக் கட்டையின் புலத்தில் கம்பிச் சுருளை அசைப்பதினால் சுருளிலே மின்சார ஓட்டம் உண்டாகிறது என்று கண்டுபிடித்தார்.



342. பிக்கார்டு

1837 : முதன்முதலில் இங்கிலாந்தில் குக், வீட்ஸ்டன் என்னும் இருவரால் தந்தி அமைக்கப்பட்டது. அமெரிக்காவிலே மோர்ஸ் என்பவர் தம்முடைய தந்தி முறையை அமைத்தார். அந்த வருஷத்தில் அந்த நாட்டினரான பேஜ் என்பவர் ஓர் இரும்புத் துண்டிலே திடீரென்று காந்தம் ஏறும்போதும் காந்தம் இறங்கும்போதும் அதிலிருந்து ஓசை உண்டாகிறது என்று கண்டுபிடித்தார்.

1838 : முதன் முதலிலே மின்சார விளக்குகள் அமைக்கப்பட்டன.

அதே வருஷத்தில் அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்துக்கு இடையே மின்சாரத் தந்திக் கம்பி கிடத்தப்பட்டது.

1876 : பெல் என்னும் அமெரிக்கா நாட்டினர் டெலிபோன் பேசும் ஏற்பாட்டை அமைத்தார்.

1879 : இங்கிலாந்தில் ஹியூஸ் என்பவர் கரி ஓர் உறுப்பாக உள்ள மைக்ரோபோன் கருவியை அமைத்தார்.

அதே வருஷத்தில் 'தாமே-இயங்கும்' டைனமோக்கள் அமைக்கப்பட்டன.

1880 : ஸ்வான் என்பவர் இங்கிலாந்திலும், எடிஸன் என்பவர் அமெரிக்காவிலும், தனித்தனியே கரிக்கம்பி மின்சார விளக்கைக் கண்டு பிடித்தார்கள்.

1881 : பெர்லினிலே முதன்முதல் மின்சார ரயில் ஓடிற்று.



343. ஸி. வி. ராமன்

1887 : அமெரிக்காவிலே டிராம் வண்டி ஓடிற்று.

1888 : மின்சாரக் காந்த அலைகள் உண்டாவதை ஹெர்ட்ஸ் என்னும் ஜெர்மானியர் கண்டுபிடித்தார்.

1895: ஜெர்மனி நாட்டினரான ராண்ட்ஜன் என்பவர் எக்ஸ்-ரே கிரணங்களைக் கண்டுபிடித்தார்.

1896: இட்டலி நாட்டினரான மார்க்கோனி என்பவர் இங்கிலாந்திலே தந்தியில்லாக் கம்பி ஏற்பாட்டைத் தொடங்கினார்.

1904: இங்கிலாந்திலே ப்ளெமிங் என்பவர் மின்சார வால்வு என்ற கருவியை அமைத்தார். வானொலியைப் பரப்புவதற்கு மிக முக்கியமான கருவிகளுள் இது ஒன்று.

1907: அமெரிக்காவிலே டி-பாரெஸ்ட்டு என்பவர் இந்த வால்வில் சில சீர்திருத்தங்களைச் செய்தார்.

1917: அமெரிக்காவிலே அலெக்ஸாண்டெர்ஸன் என்பவர் வானொலியை உலகம் முழுதும் பரவக்கூடிய சக்தியுள்ளதாகச் செய்தார். அமெரிக்கா நாட்டினராகிய பிக்கார்டு என்பவர் இவ்வகையான ஒலிக் கருவிகளில் சில சீர்திருத்தங்களைச் செய்தார்.

1925–1930 அலெக்ஸாண்டெர்ஸனும், பேர்டு என்பவரும் தனித்தனியே செய்த காரியங்களால் 'அயலிடக் காட்சி' என்னும் விந்தைச் செயல் சாத்தியமாயிற்று.

இதற்குப் பின் தற்காலத்திலே உலகம் முழுவதிலும் உள்ள விஞ்ஞானிகள், தேச மத ஜாதி நிற வேற்றுமைகளைப் பாராட்டாது, யாவருக்கும் பொது உடைமையாகிய விஞ்ஞான அறிவை மேன்மேலும் பெருக்கிவர முயலுகிறார்கள். நமது நாட்டிலே ஸர். சி. வி. ராமன் முதலியோர் மின்சாரத்தின் தன்மைகள் சிலவற்றை ஆராய்ந்து வருகிறார்கள்.

27. பின்னுரை

தொடங்கிய காலம் இது, இடம் இது என்று சொல்லுவதற்கு இயலாததாய், மிகவும் அற்பமாய்த்தோன்றிய மின்சாரம், இப்பொழுது நிலத்தையும் நீரையும் வானையும் அளாவியதாய், பலவகையான சராசரங்கள் அனைத்திலும் இருப்பதாய், நுண்ணிதினும் நுண்ணியதாய், மகத்தினும் மகத்தாய், பொருளும் அதுவாய், சக்தியும் அதுவாய், எங்கும் பரந்த பெரும் பொருளாய், இருக்கிறது. அதன் எல்லையையும், அளவையும், தன்மைகளையும் அறிய அறிய அவை வளர்ந்து விரிகின்றன.



344 சிந்தனைத் தெய்வம்

விளக்கின் ஒளி மிகுந்து பரவப் பரவ, அதைச் சூழ்ந்து, அதை அடுத்துள்ள இருளின் எல்லையும் விரிந்து பெரிதாவது போல அறிந்தவற்றின் எல்லை மிகமிக, நாம் அறியாதவற்றின் எல்லையும் மிகுந்துகொண்டே வருகிறது. நாம் முன் செல்லச் செல்லத் தானும் ஒதுங்கிப் போய்க்கொண்டே யிருக்கும் வானவளையத்தின் அடிவானத்தைப் போல், மின்சாரத்தின் இயல்பை அறிய முயல முயல, அது, இன்றுவரை அறிவுக்கெட்டாத ஒதுங்கிச் செல்லும் ஒரு விந்தையாய் விளங்குகிறது. என்றேனும் அதை முழுதும் அறியமுடியுமா?

விஞ்ஞானச் சொற்களும் பெயர்களும்



THE B. N. PRESS, MOUNT ROAD, MADRAS

பிழை திருத்தம்

பக்கம்	வரி	பிழை	திருத்தம்
74	7	எதிர்	நேர்
,,	19	நேர்	எதிர்
97	23-24	அகன்ற செப்புச்சாடி. அச்சாடியின்	அகன்று வளைந்த செப்புத்தகடு. அத்தகட்டின்
98	3	செப்புச் சாடியின்	செப்புத் தகட்டின்
,,	7	செப்புச் சாடிக்கு	செப்புத் தகட்டுக்கு
,,	20-21	செப்புச் சாடியில்	செப்புத் தகட்டில்
125	10	செப்புக்	கரிக்
233	2	லக்ஷம் மைலுக்குமேல்	லக்ஷத்து எண்பத்தாறாயிரம் மைல் வீதம்
272	24	பெரிது.	சிறியது.